



**Andreia Sofia
Lourenço dos
Santos**

**Variação espacial da distribuição e abundância de
poliquetas em tanques de terra utilizados em
aquacultura semi-intensiva de peixe**

DECLARAÇÃO

Declaro que este relatório é integralmente da minha autoria, estando devidamente referenciadas as fontes e obras consultadas, bem como identificadas de modo claro as citações dessas obras. Não contém, por isso, qualquer tipo de plágio quer de textos publicados, qualquer que seja o meio dessa publicação, incluindo meios eletrônicos, quer de trabalhos académicos.



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia

Ano 2016

**Andreia Sofia
Lourenço dos
Santos**

**Variação espacial da distribuição e abundância de
poliquetas em tanques de terra utilizados em
aquacultura semi-intensiva de peixe**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Marinha, realizada sob a orientação científica do Doutor Ricardo Jorge Guerra Calado, Investigador Principal do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, e da Doutora Ana Isabel Lillebø Batista, Investigadora Principal do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente

Prof. Doutor Henrique José de Barros Brito Queiroga
Professor Associado com Agregação no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

Arguente

Doutor João Miguel Magalhães Neto
Bolseiro Cientista Convidado do Instituto do Mar do Departamento de Ciências da Vida da
Universidade de Coimbra.

Orientador

Doutor Ricardo Jorge Guerra Calado
Investigador Principal do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

agradecimentos

Aos meus orientadores, Doutor Ricardo Calado e Doutora Ana Lillebø, um sincero agradecimento pela possibilidade de desenvolver este trabalho no seu grupo de investigação, bem como todas as sugestões, conselhos, indicações e oportunidades de aprendizagem providenciadas, preponderantes para a realização do mesmo.

À Ana Carriço e Luísa Marques, por todo o apoio e dedicação no desenvolvimento desta dissertação. Obrigada por todo o conhecimento transmitido, pela paciência e amizade.

Ao Sr. Aldiro Pereira por toda a boa disposição e ajuda nas saídas de campo, sem ele não eram possíveis.

Ao Dr. Sizenando Abreu, também pela disponibilidade e ajuda nas saídas de campo.

À Elisabete Maurício por toda a ajuda nas correcções e estatística, e especialmente pela grande amizade.

À Vitória Pereira por todo o apoio durante estes últimos anos e especialmente este último. Obrigada pela paciência e compreensão nesta fase.

A todos os meus amigos pelo apoio e amizade principalmente à Laura Damas, Fábio Duarte, Inês Vieira e Ana Martins.

Por fim, agradeço aos meus pais, Manuel Santos e Etelvina Lourenço e aos meus avós, Corália Simões e Lino Lourenço, porque sem eles nada disto era possível.

Agradeço a todos por terem tornado possível esta etapa da minha vida.

palavras-chave

Tanques, policultivo, linguado do Senegal, macroinvertebrados, *Hediste diversicolor*.

resumo

A aquacultura marinha, nas últimas décadas é a actividade humana com maior crescimento no mundo. Os tanques de terra são muito utilizados para o policultivo de peixes, principalmente para cultura de robalo e dourada, em sistema extensivo ou semi-intensivo. O linguado também é produzido nestes tanques ao longo da costa de Portugal e Espanha.

O principal objetivo deste estudo foi quantificar a distribuição espacial de macroinvertebrados da classe Polychaeta, considerando a sua riqueza específica e abundância em termos de densidade e de biomassa, em duas pisciculturas. Nesta abordagem foram estudados diferentes tanques na mesma piscicultura e a distribuição espacial dentro de cada tanque.

O presente estudo foi realizado numa piscicultura em Ayamonte (Esteros de Canela) a operar em policultivo de robalo e linguado e numa outra a operar na Figueira da Foz (Nasharyba) em policultivo de dourada e linguado ou robalo, dourada e linguado.

No total foram identificados 17 taxa, distribuídos por 2 classes, 6 ordens, 13 famílias e 14 géneros. Os principais organismos da comunidade foram *Alkmaria romijni*, *Aphelochaeta marioni*, *Hediste diversicolor*, *Polydora ciliata* e Siboglinidae. Foram registadas diferenças significativas para o número de taxa, densidade e biomassa entre as duas pisciculturas e os seus tanques. A granulometria, mais propriamente a areia grosseira e muito grosseira, revelou-se determinante na diferenciação da comunidade de poliquetas. No entanto, foi possível verificar que o poliqueta com maior densidade e biomassa nas duas pisciculturas foi *H. diversicolor*, possivelmente devido à sua grande tolerância fisiológica a variações extremas de factores ambientais. A densidade e biomassa dos taxa nas pisciculturas também poderá estar relacionada com as espécies de peixe produzidas e a sua densidade de cultivo, pelo que o linguado tem preferência por *H. diversicolor* de maiores dimensões.

Keywords

Tanks, polyculture, Senegalese sole, macroinvertebrates, *Hediste diversicolor*.

Abstract

Marine aquaculture, in last decades, is the human activity fastest growing in the world. Earthen ponds are widely used for fish polyculture, especially for european seabass and gilthead seabream in extensive or semi-intensive system. Senegalese sole is also produced in these tanks along the coast of Portugal and Spain.

The objective of this study was to quantify the spatial distribution of macroinvertebrates of Polychaeta class, considering its richness and abundance in terms of density and biomass in two fish farms studied. In this approach, several tanks of the same fish farm were studied and also its spatial distribution in each tank.

This study was conducted in fish farms in Ayamonte (Esteros de Canela) operating in european seabass and senegalese sole polyculture and in another operating in Figueira da Foz (Nasharyba) with gilthead seabream and senegalese sole or european seabass, gilthead seabream and senegalese sole polyculture.

In total were identified 17 taxon, distributed by 2 classes, 6 orders, 13 families and 14 genera. The main organisms of the community were *Alkmaria romijni*, *Aphelochaeta marioni*, *Hediste diversicolor*, *Polydora ciliata* e Siboglinidae. Significant differences were recorded for the number of taxa, density and biomass between the two fish farms and their tanks. The granulometry, more specifically coarse and very coarse sand showed to be decisive in the differentiation of polychaete community. However, it was possible to verified that the polychaete with higher density and biomass in the two fish farms was *H. diversicolor*, due to high physiological tolerance to extreme changes in environmental factors.

The density and biomass of taxon in fish farms may also related to the species of fish produced and their density cultivation, whereby the senegalese sole prefers large *H. diversicolor*.

Índice

I.	Lista de figuras.....	x
II.	Lista de tabelas.....	xii
1.	Introdução	1
1.1.	Aquacultura.....	1
1.2.	Aquacultura a nível mundial	3
1.3.	Aquacultura na Europa	6
1.4.	Aquacultura em Espanha	8
1.5.	Aquacultura em Portugal	9
1.6.	Aquacultura e os tanques de terra	11
1.7.	Policultivo do linguado.....	12
1.8.	Linguado.....	13
1.9.	Dieta do linguado.....	15
2.	Objetivos da dissertação	17
3.	Material e Métodos.....	19
3.1.	Área de estudo e amostragem	19
3.2.	Determinação dos parâmetros ambientais	21
3.3.	Processamento das amostras e identificação da macrofauna	22
3.4.	Análise de diversidade	23
3.5.	Grupos funcionais	24
3.6.	Análise estatística	26
3.6.1.	Análise univariada	26
3.6.2.	Análise multivariada	27

4.	Resultados	29
4.1.	Parâmetros ambientais.....	29
4.2.	Análise de diversidade	32
4.3.	Grupos funcionais	32
4.4.	Comunidade de poliquetas	39
4.4.1.	Número de taxa	39
4.4.2.	Densidade	43
4.4.3.	Biomassa	49
4.5.	<i>Hediste diversicolor</i>	51
4.6.	Relação entre os parâmetros ambientais e a comunidade de poliquetas	54
5.	Discussão	57
5.1.	Parâmetros ambientais.....	57
5.2.	Análise de diversidade	58
5.3.	Grupos funcionais	59
5.4.	Comunidade de poliquetas	62
5.5.	<i>Hediste diversicolor</i>	64
6.	Conclusão	66
7.	Bibliografia	67
	ANEXOS.....	75

I. Lista de figuras

Figura 1 - Imagens de diferentes sistemas de aquacultura: a) campos de arroz; b) rede de peixes em águas salinas de uma área de mangal no litoral; c) tanque de terra; d), e) e f) tanques de betão (Fonte: Ottinger, et al, 2016).	1
Figura 2 - Produção de diferentes sistemas de aquacultura (Adaptado de Ottinger et al, 2016).....	2
Figura 3 - Pesca e produção em aquacultura mundial (Adaptado de FAO, 2016).....	3
Figura 4 - Contribuição da aquacultura na produção total de animais aquáticos na Europa (Adaptado de FAO, 2016).	6
Figura 5 - Produção <i>per capita</i> de aquacultura na Europa (excluindo plantas aquáticas) (Adaptado de FAO, 2016).	7
Figura 6 - Pesca e produção em aquacultura em Espanha (Adaptado de APROMAR, 2016).....	9
Figura 7 - Pesca e produção em aquacultura em Portugal (Adaptado de DGRM, 2015). ..	10
Figura 8 - Linguado do Senegal (<i>Solea senegalensis</i>) (Fonte: Fishbase, 2016).	13
Figura 9 - Mapa da distribuição do linguado do Senegal (Fonte: Villanueva & Alonso, 2014).....	14
Figura 10 - Mapa dos locais de amostragem (Fonte: www.google.pt/maps).	19
Figura 11 - Esquema de amostragem. A) Recolha de macrofauna; B) Recolha de sedimento para a determinação de parâmetros ambientais.....	21
Figura 12 - Grupos funcionais de poliquetas (Fonte: www.boldsystems.org ; www.iopan.gda.pl ; www.genustrait handbook.org.uk ; www.dicyt.com ; www.biorede.pt ; www.marinespecies.org ; chess.myspecies.info ; plate-tectonic.narod.ru ; www.sms.si.edu)	26
Figura 13 - Gráficos dos parâmetros ambientais nas zonas de cada tanque. A) pH e temperatura (primeiros 5 cm do sedimento); B) percentagem de matéria orgânica; C) granulometria em percentagem.	30
Figura 14 - Diagrama obtido por análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros ambientais.	31

Figura 15 - Densidade e Biomassa dos grupos funcionais de cada piscicultura e de cada tanque (lado esquerdo representa a densidade e o direito biomassa).	35
Figura 16 - Gráfico de análise de coordenadas principais: A) com base na densidade dos grupos funcionais nas zonas de cada tanque; B) com base na biomassa dos grupos funcionais nas zonas de cada tanque.	38
Figura 17 - Diagramas de Venn dos taxa de poliquetas comuns nos tanques.....	40
Figura 18 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base no número de taxa de poliquetas nas zonas de cada tanque.	42
Figura 19 - Densidade e biomassa da comunidade de poliquetas de cada piscicultura e de cada tanque (lado esquerdo representa a densidade e o direito biomassa).	45
Figura 20 - Gráficos de densidade e biomassa total da comunidade de poliquetas (AFDW – peso seco livre de cinzas). Valores médios por zonas de cada tanque.....	47
Figura 21 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base na densidade de poliquetas nas zonas de cada tanque.	48
Figura 22 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base na biomassa de poliquetas nas zonas de cada tanque.	50
Figura 23 - Gráfico circular com a percentagem da densidade (esquerda) e biomassa (direita) de <i>H. diversicolor</i> . Dados no gráfico da densidade representam nº de indivíduos / m ² e no da biomassa AFDW (g) / m ² (peso seco livre de cinzas (g) / m ²).	51
Figura 24 - Gráfico da densidade e biomassa de <i>H. diversicolor</i> nas zonas de cada tanque (AFDW – peso seco livre de cinzas).	54
Figura 25 - Diagrama de ordenação obtido por análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA), relacionando os parâmetros ambientais com a comunidade de poliquetas nas pisciculturas.	55

II. Lista de tabelas

Tabela 1- Produção de aquacultura do top 25 de países produtores dos principais grupos de produtos aquáticos em 2014. -- Dados de produção não disponíveis (Adaptado de FAO,2016).....	5
Tabela 2 - Principais espécies produzidas na União Europeia em 2014 (Adaptado de APROMAR, 2016).....	8
Tabela 3 - Dados dos tanques de terra (ND - dados não disponíveis; -- dados não existentes).	20
Tabela 4 - Classificação da granulometria do sedimento (Adaptado de Doeglas, 1968). ..	22
Tabela 5 - Índices de diversidade calculados para poliquetas presentes nos tanques das duas pisciculturas.	32
Tabela 6 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para o número de taxa, densidade e biomassa dos grupos funcionais (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.....	37
Tabela 7 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para o número de taxa, densidade e biomassa da comunidade de poliquetas (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.	41
Tabela 8 - Densidade de cada taxon de poliquetas (n° de indivíduos / m^2). Valores médios por tanque.	46
Tabela 9 - Biomassa de cada taxon de poliquetas em AFDW (g) / m^2 (peso seco livre de cinzas (g) / m^2). Valores médios por tanque.	49
Tabela 10 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para a densidade e biomassa de <i>H. diversicolor</i> (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.	53

1. Introdução

1.1. Aquacultura

A aquacultura é definida pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) como a produção de organismos aquáticos como peixe, moluscos e crustáceos. Esta pode ser classificada de acordo com o ambiente em que é praticada, tal como: aquacultura em água doce, em rios, lagos e canais; aquacultura de água salobra, em estuários, baías e lagoas; e aquacultura marinha, em zonas costeiras e mares interiores (FAO, 2012). Existem ainda diferentes ecossistemas aquáticos, incluindo campos de arroz, tanques de terra, jaulas e tanques (Bostock *et al.*, 2010) (Figura 1). Os campos de arroz são o método mais antigo e predominam em deltas inundados sazonalmente na Ásia (Hambrey *et al.*, 2008). As jaulas são caixas ou redes suspensas em sistemas de água naturais, como lagos, rios ou mar (Ottinger *et al.*, 2016). Os tanques de terra são corpos de água fechados natural ou artificialmente, utilizados principalmente para sistemas de água doce ou salobra (Hambrey *et al.*, 2008). Os tanques, excluindo os tanques de terra, são construídos artificialmente com paredes de betão e com uma profundidade razoável, onde existem sistemas de recirculação de água (Ottinger *et al.*, 2016).

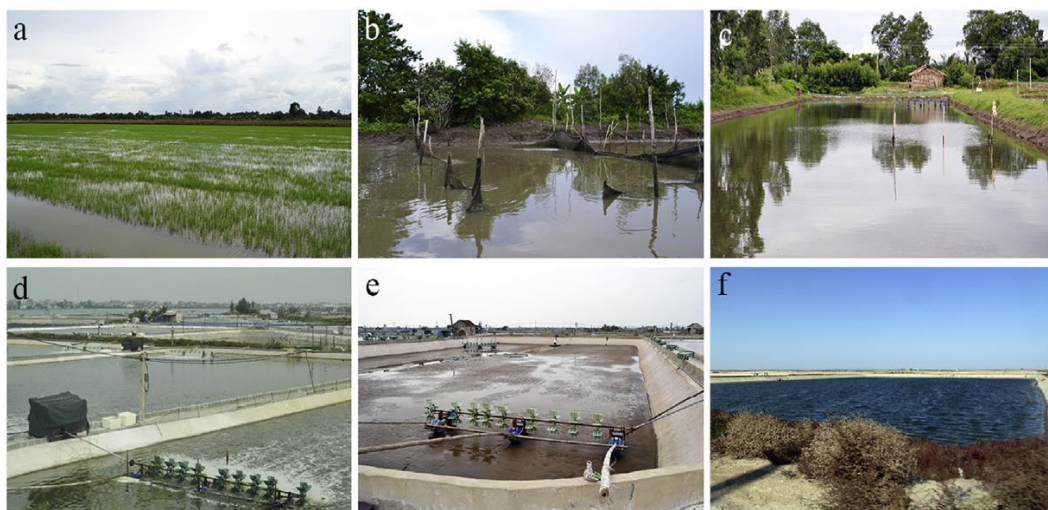


Figura 1 - Imagens de diferentes sistemas de aquacultura: a) campos de arroz; b) rede de peixes em águas salinas de uma área de mangal no litoral; c) tanque de terra; d, e) e f) tanques de betão (Fonte: Ottinger, et al, 2016).

O sistema de aquacultura também pode ser classificado consoante o grau de intensificação da produção sendo categorizado em sistema extensivo, semi-intensivo e intensivo (Ottinger *et al.*, 2016) (Figura 2). O sistema extensivo é caracterizado por ser quase natural, o número de peixes é mínimo e necessita de pouca gestão (Ottinger *et al.*, 2016). Com o aumento da intensificação é necessário alimento adicional para manter o número de peixes mais elevado, no caso do semi-intensivo ou no intensivo (Campbell & Pauly, 2013). Este último sistema depende em grande parte do fornecimento de alimento e tecnologia externa (Campbell & Pauly, 2013). O desenvolvimento de várias práticas de produção em diferentes regiões contribui para a grande diversidade do setor da aquacultura (Lazard *et al.*, 2010).

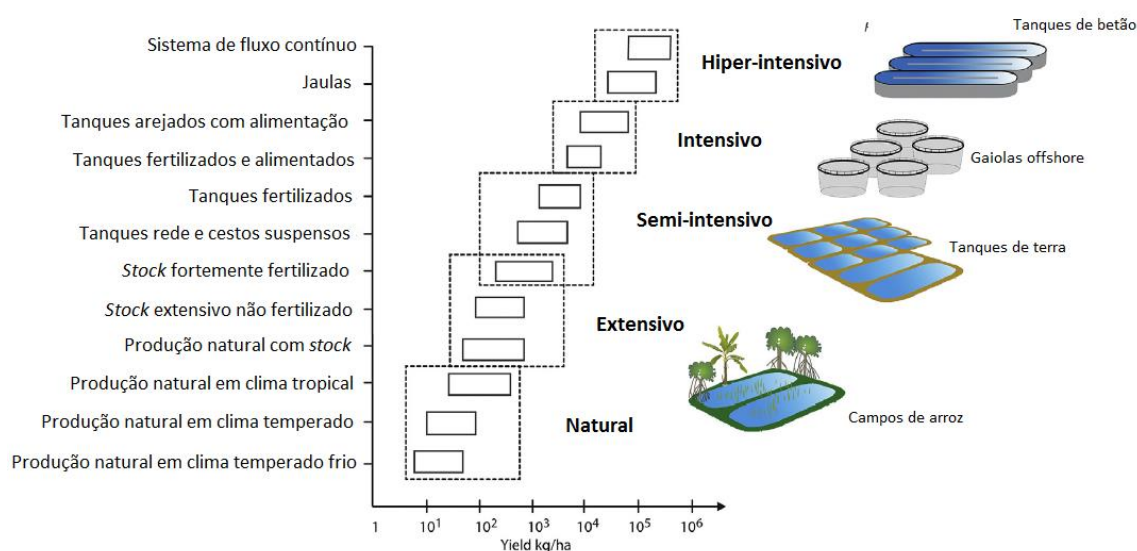


Figura 2 - Produção de diferentes sistemas de aquacultura (Adaptado de Ottinger et al, 2016).

1.2. Aquacultura a nível mundial

O pescado consumido pelo homem provém da captura selvagem e da aquacultura. A oferta mundial de pescado para consumo humano ultrapassou o dobro do crescimento da população nas últimas cinco décadas (FAO, 2016). Esta oferta aumentou a uma taxa média anual de 3,2% (FAO, 2016). O consumo de peixe mundial *per capita* na década de 60 era cerca de 9,9 kg aumentando para 19,7 kg em 2013 e, estimasse que em 2014 e 2015 tenha evoluído para 20 kg (FAO, 2016). O aumento da população, aliado à rutura de *stock's* pesqueiros levou à expansão da produção de peixe (FAO, 2012). Em 2014 a captura selvagem e aquacultura de pescado chegou aos 167,2 milhões de toneladas, das quais 93,4 milhões de toneladas foram capturadas e 73,8 milhões de toneladas foram produzidas (FAO, 2016). Relativamente à captura de peixe selvagem, verificou-se que esta aumentou acentuadamente desde 1950 até 1996, tendo registado um incremento de 16,8 milhões para 86,4 milhões de toneladas, estabilizando em cerca de 80 milhões até à atualidade (FAO, 2012) (Figura 3). Cerca de 30% da produção selvagem mundial está restrita apenas a 10 espécies de peixe que estão totalmente exploradas (FAO, 2012). Segundo a FAO, 7% dos *stock's* marinhos monitorizados estão esgotados, 1% a recuperar da rutura, 17% sobre-explorados, 52% completamente explorados, 20% moderadamente explorados e apenas 3% são pouco explorados.

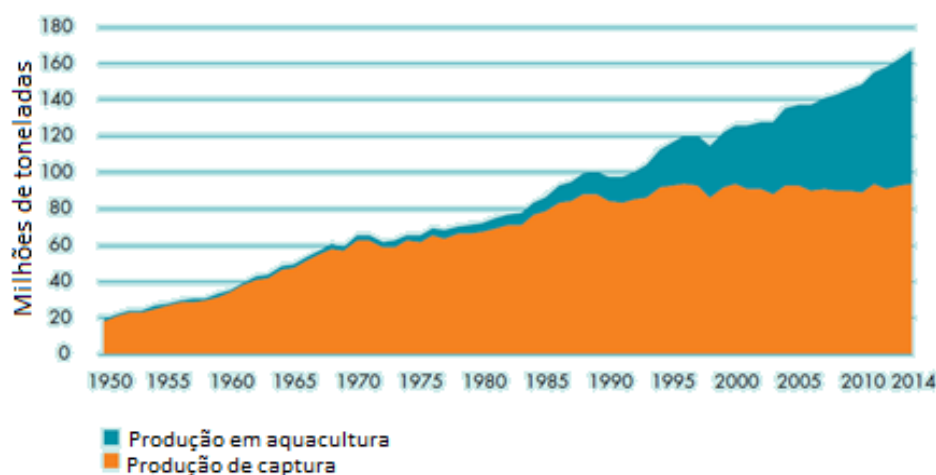


Figura 3 - Pesca e produção em aquacultura mundial (Adaptado de FAO, 2016).

Desde 1980 a produção de peixe aumentou quase 12 vezes até à atualidade, com uma taxa média anual de 8,8% (FAO, 2012). Em 2000 a produção era de 32,4 milhões de toneladas e em 2014 passou a 73,8 milhões de toneladas (FAO, 2012; FAO, 2016), mostrando assim que a aquacultura está em expansão.

Mais de 97% do volume da produção total do mundo foi produzido por 25 países (China, Indonésia, Índia, Vietnam, Filipinas, Bangladesh, República da Coreia, Noruega, Chile, Egito, Japão, Birmânia, Tailândia, Brasil, Malásia, República popular democrática da Coreia, Estados Unidos da América, Equador, Província Taiwan da China, Irão, Nigéria, Espanha, Turquia, Reino Unido e França) (Tabela 1) (FAO, 2016). A China é o maior produtor de aquacultura tanto em peixe, crustáceos e moluscos (Ottinger *et al.*, 2016). A aquacultura na Noruega e Chile consiste maioritariamente na cultura de Salmão Atlântico (*Salmo salar*) (FAO, 2014). Em contraste a Índia, Bangladesh, Egito, Birmânia e Filipinas a aquacultura é quase exclusivamente em terra e de peixe (FAO, 2014). Já no Japão e na República da Coreia mais de metade da produção é de moluscos marinhos (FAO, 2014). Na Indonésia e Estados Unidos da América a produção é principalmente de peixes marinhos, em Espanha e França de bivalves e no Vietnã a maior percentagem de produção pertence à cultura de *Pangasius* (FAO, 2014; FAO, 2016).

Existe uma enorme diferença a nível de continentes e países no setor da produção de aquacultura (Ottinger *et al.*, 2016). Cerca de 89% da aquacultura mundial em 2014 foi produzida na Ásia, sendo a região mais importante na produção de alimento marinho (FAO, 2016; Ottinger *et al.*, 2016). Os 5 maiores países de produção de aquacultura pertencem à Ásia, tal como China, Índia, Indonésia, Vietnã e Bangladesh (FAO, 2014).

O crescimento da produção de aquacultura entre 2000 e 2012 foi maior em África (11,7%), América Latina e Caraíbas (10%) (Ottinger *et al.*, 2016). A população de África está a aumentar bastante principalmente na área a sul do deserto do Sahara (UN, 2013). Nesta área a produção é pouco eficaz, porém o Egito é o maior produtor de aquacultura da África (FAO, 2014). A produção de aquacultura tem caído ligeiramente na Oceânia e Europa (FAO, 2016).

Variação espacial da distribuição e abundância de poliquetas em tanques de terra utilizados em
aquacultura semi-intensiva de peixe
Introdução

Tabela 1- Produção de aquacultura do top 25 de países produtores dos principais grupos de produtos aquáticos em 2014. -- Dados de produção não disponíveis (Adaptado de FAO,2016).

Produtor	Peixe		Moluscos	Crustáceos	Outros animais aquáticos	Total de animais aquáticos	Plantas aquáticas	Produção de aquacultura total
	Aquacultura em terra	Aquacultura marinha						
	(mil toneladas)							
China	26 029,7	1 189,7	13 418,7	3 993,5	839,5	45 469,0	13 326,3	58 795,3
Indonésia	2 857,6	782,3	44,4	613,9	0,1	4 253,9	10 077,0	14 330,9
Índia	4 391,1	90,0	14,2	385,7	--	4 881,0	3,0	4 884,0
Vietnam	2 478,5	208,5	198,9	506,2	4,9	3 397,1	14,3	3 411,4
Filipinas	299,3	373,0	41,1	74,6	--	788,0	1 549,6	2 337,6
Bangladesh	1 733,1	93,7	--	130,2	--	1 956,9	--	1 956,9
República da Coreia	17,2	83,4	359,3	4,5	15,9	480,4	1 087,0	1 567,4
Noruega	0,1	1 330,4	2,0	--	--	1 332,5	--	1 332,5
Chile	68,7	899,4	246,4	--	--	1 214,5	12,8	1 227,4
Egito	1 129,9	--	--	7,2	--	1 137,1	--	1 137,1
Japão	33,8	238,7	376,8	1,6	6,1	657,0	363,4	1 020,4
Birmânia	901,9	1,8	---	42,8	15,6	962,2	2,1	964,3
Tailândia	401,0	19,6	209,6	300,4	4,1	934,8	---	934,8
Brasil	474,3	---	22,1	65,1	0,3	561,8	0,7	562,5
Malásia	106,3	64,3	42,6	61,9	0,6	275,7	245,3	521,0
República Popular Democrática da Coreia	3,8	0,1	60,2	--	0,1	64,2	444,3	508,5
Estados Unidos da América	178,3	21,2	160,5	65,9	--	425,9	--	425,9
Equador	28,2	0,0	--	340,0	--	368,2	--	368,2
Província Taiwan da China	117,3	97,8	99,0	21,9	3,6	339,6	1,0	340,6
Irão	297,5	0,1	--	22,5	--	320,2	--	320,2
Nigéria	313,2	--	--	--	--	313,2	--	313,2
Espanha	15,5	44,0	222,5	0,2	0,0	282,2	0,0	282,2
Turquia	108,2	126,1	--	--	0,1	234,3	--	234,3
Reino Unido	13,5	167,3	23,8	--	--	204,6	--	204,6
França	43,5	6,0	154,5	0,0	--	204,0	0,3	204,3
Subtotal Top 25	42 041,2	5 837,5	15 696,7	6 638,3	890,9	71 058,2	27 127,2	98 185,4
Mundo	43 559,3	6 302,6	16 113,2	6 915,1	893,6	73 783,7	27 307,0	101 090,7
Percentagem do Top 25 no total mundial	96,5	92,6	97,4	96,0	99,7	96,3	99,3	97,1

1.3. Aquacultura na Europa

A produção aquática total da Europa – aquacultura e pescado – alcançou o seu máximo em 1988 e tem caído cerca de 40%, tendo no entanto aumentado entre 2013 e 2014 8,0% (APROMAR, 2015; APROMAR, 2016). Em 2014, produziu 2,93 milhões de toneladas de produtos de aquacultura, representando cerca de 3,97% do volume da produção aquática total mundial (Figura 4) (FAO, 2016). O este da Europa produziu 304,3 mil toneladas, o oeste 295,3 mil, o sul 595,2 mil e o norte 1735,3 mil toneladas, das quais 1332,5 mil toneladas foram geradas na Noruega (Figura 5) (FAO, 2016).

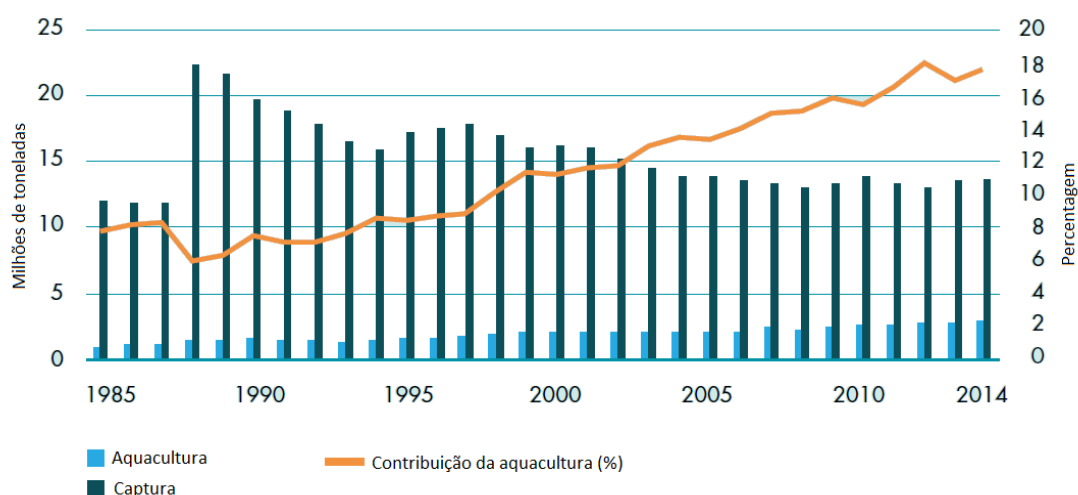


Figura 4 - Contribuição da aquacultura na produção total de animais aquáticos na Europa (Adaptado de FAO, 2016).

No mesmo ano, o produto aquático mais produzido foi o peixe, com 2297160 toneladas, seguido dos moluscos, com 631789 toneladas, crustáceos, com 315 toneladas e outros animais marinhos com 863 toneladas (FAO, 2016).

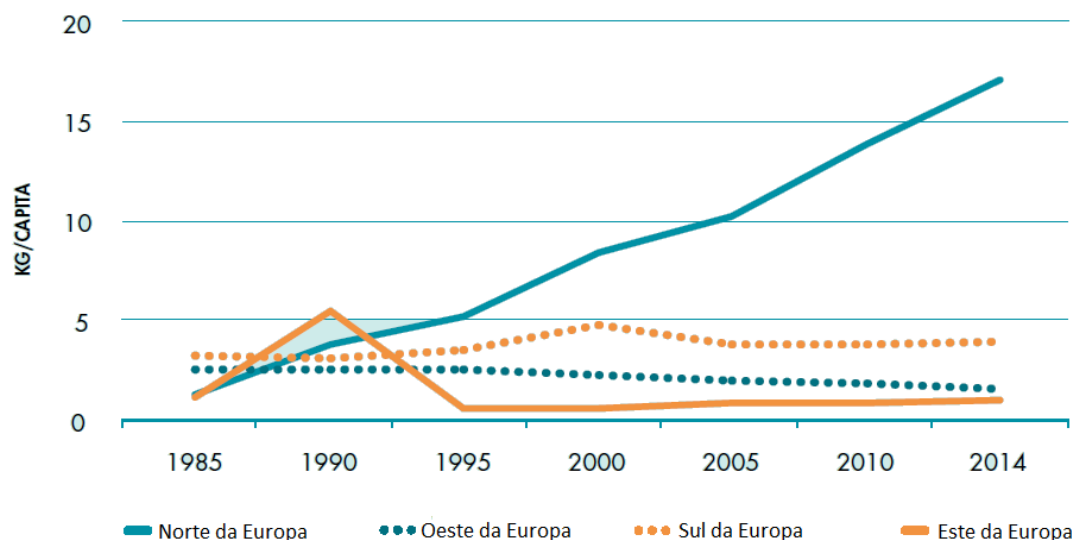


Figura 5 - Produção *per capita* de aquacultura na Europa (excluindo plantas aquáticas) (Adaptado de FAO, 2016).

A União Europeia, em 2014 produziu 1,29 milhões de toneladas e apresentou um aumento de 4,9% em relação ao ano anterior (FAO,2016; APROMAR, 2016). Espanha é o maior produtor de aquacultura, com 22,0% da produção (282242 t), seguida pelo Reino Unido (15,9% e 204617 t) e pela França (15,9% e 204300 t) (APROMAR, 2016). Estes países são responsáveis por mais de 50% da produção total na União Europeia (APROMAR, 2016).

As principais espécies produzidas na União Europeia são o mexilhão, a truta arco-íris, o salmão Atlântico, a ostra do Pacífico, a dourada, a carpa comum, o robalo, a amêijoia japonesa e o pregado (Tabela 2) (APROMAR, 2016).

Tabela 2 - Principais espécies produzidas na União Europeia em 2014 (Adaptado de APROMAR, 2016).

Espécie	Nome científico	Toneladas	% Variação anual
Mexilhão	<i>Mytilus spp.</i>	493 192	11,9%
Truta arco-íris	<i>Onchorynchus mykiss</i>	194 081	8,9%
Salmão atlântico	<i>Salmo salar</i>	175 090	7,0%
Ostra do Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>	86 371	-3,3%
Dourada	<i>Sparus aurata</i>	85 483	-21,6%
Carpa comum	<i>Cyprinus carpio</i>	70 938	2,0%
Robalo	<i>Dicentrarchus labrax</i>	63 965	-18,3%
Amêijoia japonesa	<i>Ruditapes philippinarum</i>	31 651	-0,9%
Pregado	<i>Psetta maxima</i>	11 849	20,5%

1.4. Aquacultura em Espanha

A aquacultura iniciou o seu desenvolvimento em Espanha em 1961, onde a grande produção pertencia à truta (FAO, 2005). Esta aumentou gradualmente até aos últimos anos onde existiu uma estagnação (Figura 6) (FAO, 2005). No início dos anos 80 a aquacultura era representada pelo cultivo da truta arco-íris e do mexilhão do Mediterrâneo (*Mytilus galloprovincialis*) (FAO, 2005). A partir dos anos 90 foram incorporadas novas espécies neste setor, como o linguado do Senegal no norte e o robalo e dourada no sudeste e nas ilhas Canárias (FAO, 2005). O cultivo do mexilhão também aumentou consideravelmente (FAO, 2005).

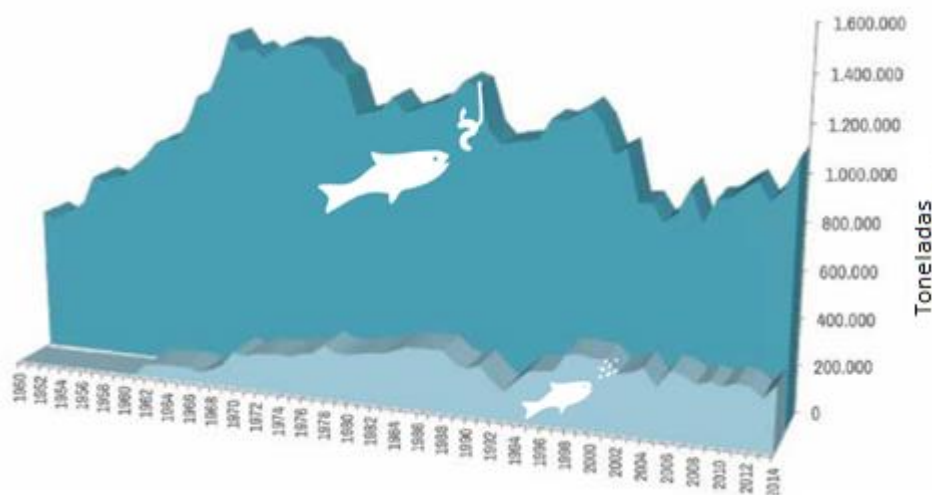


Figura 6 - Pesca e produção em aquacultura em Espanha (Adaptado de APROMAR, 2016).

A produção de aquacultura em Espanha no ano de 2014 foi de 282242 toneladas (APROMAR, 2016). As principais espécies produzidas foram o mexilhão, com 220449 toneladas; o robalo, com 17376 toneladas; a dourada, com 16230 toneladas e a truta arco-íris, com 15111 toneladas (APROMAR, 2016).

1.5. Aquacultura em Portugal

A aquacultura em Portugal até à década de 70 caracterizava-se pela produção de mugilídeos (tainhas), que representava 80% da produção aquícola (DGRM, 2015). Na década de 80 existiu um grande aumento da aquacultura, especialmente na produção de truta arco-íris e amêijoas (DGRM, 2015). Por sua vez, na década de 90, foi registado um grande aumento e modernização da aquacultura de espécies marinhas, mais precisamente através da produção de robalo e dourada e, mais recentemente, pregado e linguado do Senegal (DGRM, 2015). No entanto, a produção estagnou e devido à concorrência de outros países, tendo inclusive a produção de dourada e robalo diminuído entre 2007 e 2011 (Figura 7) (APA, 2014).

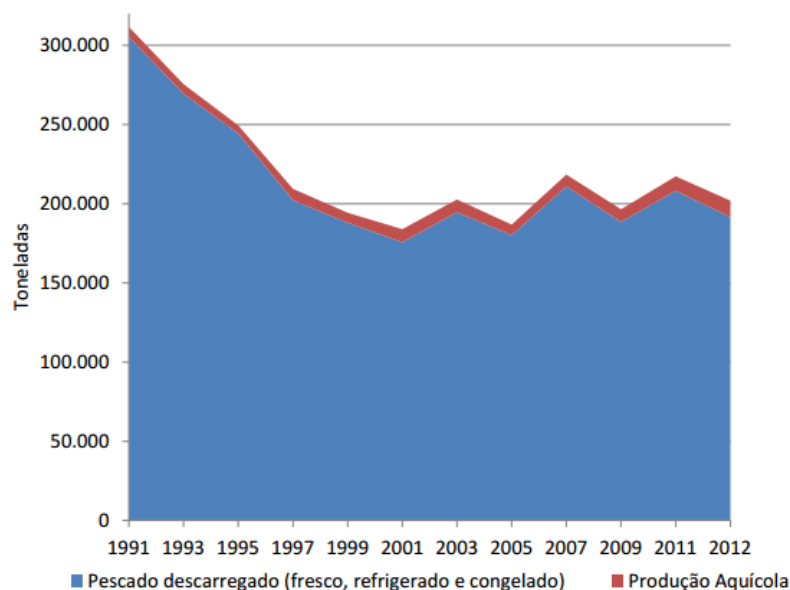


Figura 7 - Pesca e produção em aquacultura em Portugal (Adaptado de DGRM, 2015).

A produção de animais marinhos em Portugal, no ano 2014, foi de 10791 toneladas, o que revela um aumento de cerca de 7,2%, em comparação ao ano anterior (INE, 2016). A aquacultura em águas salobras e marinhas é a mais importante, sendo 93% da produção total (INE, 2016). A produção de peixe nestas águas representou 47,7% da produção total, onde 91,0% da produção de peixe foi representada pela dourada e pregado (INE, 2015). Entre 2012 e 2014, existiu uma diminuição acentuada da produção de pregado, e um aumento na produção de dourada e de linguado (INE, 2015; INE, 2016). Os bivalves representam 45,0% da produção total, sendo a amêijoia a espécie com mais relevância, seguida do mexilhão e ostra (INE, 2016).

O regime de exploração para água doce é exclusivamente intensivo, no entanto para águas marinhas e salobras este tem 39,2% da produção, o regime extensivo 47,8% e o semi-intensivo 13,1% (INE, 2016).

1.6. Aquacultura e os tanques de terra

Durante as últimas décadas a aquacultura marinha foi a actividade humana com maior crescimento no mundo (Carvalho *et al.*, 2006). Os tanques de terra são muito utilizados para a produção de peixe, principalmente para cultura de robalo e dourada no sul da Europa (Castelo Branco *et al.*, 2010). Muitas pisciculturas portuguesas utilizam este método em regime extensivo para espécies nativas (Dinis *et al.*, 1999). Nestes sistemas a produção é reduzida, pelo que raramente excede os 200 kg/ha (Castelo Branco, 2004). Também são utilizados em regime semi-intensivo, onde existe uma elevada salinidade, sedimentos lodosos e baixa renovação de água (Castelo Branco *et al.*, 2010).

Este sistema de cultura apresenta algumas desvantagens, como a perda de habitat com alterações da biodiversidade (Carvalho *et al.*, 2006). A poluição é outra desvantagem, devido à acumulação de alimento artificial e fezes dos animais aí introduzidos (Karakassis *et al.*, 2000). Este enriquecimento orgânico nos sedimentos afeta o padrão biogeoquímico e a comunidade bentónica (Karakassis & Hatziyanni, 2000). No entanto, este problema não é exclusivo da aquacultura, alguns sistemas lagunares e estuarinos também apresentam grande quantidade de matéria orgânica devido aos efluentes urbanos (Frescari *et al.*, 2002).

A macrofauna nos tanques de terra é caracterizada pela diminuição de presas e um forte aumento de algumas espécies oportunistas, típicas do enriquecimento orgânico e de ambientes fisicamente impactados (Gamito, 2006). As espécies dominantes em lagoas e estuários costeiros com baixa renovação de água ao longo do sul da Europa são o gastrópode *Hydrobia ulvae*, o artrópode *Chironomus salinarius* e os poliquetas *Capitella capitata* e *Streblospio shrubsolii* (Castelo Branco, 2004; Gamito, 2006).

1.7. Policultivo do linguado

O policultivo é baseado na utilização de diferentes nichos tróficos e espaciais de um tanque para obter a máxima produção de peixe por unidade de área (Rahman *et al.*, 1992). Várias espécies de peixe de diferentes nichos tróficos são produzidas juntos nos tanques, de modo a utilizarem os vários tipos de alimento naturais disponíveis (Mestre, 2008).

Os tanques onde é efectuado o policultivo são caracterizados por apresentarem diversos organismos que são o alimento natural dos peixes, por exemplo fitoplâncton, zooplâncton, macrófitas, bentos e detritos, em diferentes estratos da coluna de água (Rahman *et al.*, 1992). Para a seleção das espécies em policultivo, deve existir uma combinação compatível de espécies com hábitos alimentares diversificados, que devem incluir alimentadores de superfície, na coluna de água e de fundo (Rahman *et al.*, 1992).

Neste tipo de sistema a produção de peixe por unidade de área é consideravelmente mais elevado do que no sistema de monocultura (Rahman *et al.*, 1992). A combinação de várias espécies de peixe no mesmo tanque também tem sido considerada uma estratégia eficiente e ambientalmente saudável para minimizar os impactos de sistemas de aquacultura, uma vez que uma fração importante de nutrientes dissolvidos e material orgânico é reciclado dentro dos tanques (World Bank, 2006).

A policultura de robalo e dourada é uma prática estabelecida, normalmente com a proporção de 4 para 1 (Ferreira *et al.*, 2010). Quando o robalo domina a policultura, a dourada controla o crescimento de algas e limpa os tanques, já quando a dourada é dominante, o robalo controla as populações de peixe de menores dimensões que entram nos tanques naturalmente (Ferreira *et al.*, 2010). No entanto, é necessário uma introdução mais tardia dos juvenis de dourada ou uma introdução de juvenis de robalo maiores, devido à dourada ter um crescimento mais rápido do que o robalo (Mestre, 2008). O linguado do Senegal (*Solea senegalensis*) também é normalmente produzido em tanques de terra ao longo da costa de Portugal e Espanha (Drake *et al.*, 1984). A taxa de

crescimento da dourada é mais elevada seguida do linguado e robalo em policultura (Drake *et al.*, 1984).

1.8. Linguado

O linguado do Senegal (Figura 8) é uma espécie de peixe marinho bentónico, que pertence à classe Actinopterygii, Ordem Pleuronectiformes, Família Soleidae e Género Solea (Fishbase, 2014). Este distribui-se nas águas tropicais do sul do Senegal até águas temperadas no Golfo da Biscaia (Figura 9) (Anguis & Cañavate, 2005). Os adultos habitam em águas marinhas a cerca de 80 metros de profundidade e têm preferência pelo substrato de areia ou vasa (Dinis, 1986).



Figura 8 - Linguado do Senegal (*Solea senegalensis*) (Fonte: Fishbase, 2016).

Esta espécie caracteriza-se por ter um corpo oval e achatado, com os dois olhos no lado direito e na mesma face, o corpo apresenta cor castanha acinzentada com manchas azuladas, enquanto que na outra apresenta cor branca-amarelada (Branco, 2003). O comprimento máximo no Atlântico é de cerca de 60 cm e no Mediterrâneo cerca de 45 cm, podendo atingir até 3 kg (Villanueva & Alonso, 2014).

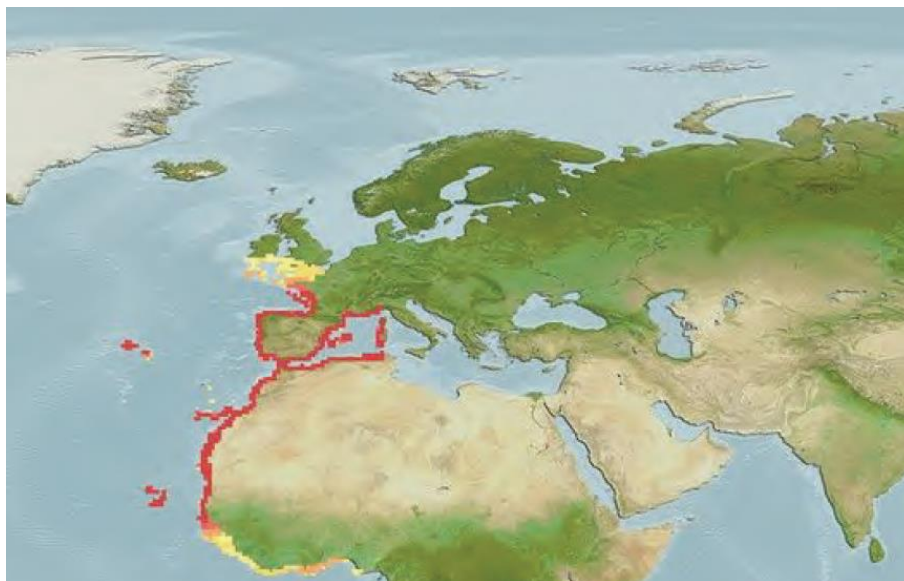


Figura 9 - Mapa da distribuição do linguado do Senegal (Fonte: Villanueva & Alonso, 2014).

Esta espécie é gonocórica, pode desovar durante todo o ano, mas normalmente apresenta duas épocas de reprodução, de Fevereiro a Junho e de Setembro a Novembro (Villanueva & Alonso, 2014). A reprodução ocorre no mar e a desova em águas costeiras, e posteriormente, as larvas alcançam estuários costeiros por processos de transporte passivos e ativos (Villanueva & Alonso, 2014). As larvas são planctónicas e até à metamorfose, entre 15 a 20 dias, são pelágicas (Branco, 2003). Após este tempo, tornam-se betónicas e dirigem-se para o interior do estuário procurando zonas com fundo arenoso de água salobra (Branco, 2003). A transformação das larvas para o estágio juvenil inicia-se na primavera e no início do verão, permanecendo em águas de menor profundidade até ao final do verão e início do outono (Villanueva & Alonso, 2014). Quando a temperatura da água diminui os juvenis deslocam-se para zonas mais profundas do estuário, onde as temperaturas são mais amenas até ao início da primavera (Villanueva & Alonso, 2014). Após a temperatura da água aumentar, estes colonizam novamente as zonas de menor profundidade (Cabral & Costa, 1999). Os juvenis podem manter-se no estuário entre 2 a 3 anos e de seguida migram para o oceano (Koutsikopoulos *et al.*, 1989).

No início da produção do linguado em tanques de terra em sistema extensivo ou semi-intensivo, foram registadas várias falhas das quais podem ser destacadas a introdução de juvenis demasiado pequenos, a falta da eliminação de predadores naturais que habitam os tanques e não ter em consideração os seus requisitos alimentares (Imsland *et al.*, 2003). Atualmente, a produção de linguado evoluiu e tem importância no sul de Espanha e Portugal a nível comercial e assim um alto valor de mercado em policultura com dourada e robalo (Ortega, 2012).

1.9. Dieta do linguado

O regime alimentar do linguado, depende do estágio do ciclo de vida. Na fase larvar e juvenil (até 7 cm de comprimento total) apresentam uma dieta à base de pequenos crustáceos, dos quais copépodes, mas também à base de poliquetas (Arias e Drake, 1990). Os adultos alimentam-se de poliquetas, principalmente da espécie *Hediste diversicolor*, moluscos, anfípodes e isópodes (Dinis *et al.*, 1999; Arias e Drake, 1990). Estudos anteriores apresentam diferentes dietas em locais distintos, pelo que a alimentação destes podem refletir diferenças na disponibilidade natural das presas e nas características do habitat (Cabral, 2000). No entanto, a variedade de espécies normalmente encontrados nos conteúdos estomacais destes pode indicar a especialização alimentar (Cabral, 2000).

2. Objetivos da dissertação

O principal objetivo deste estudo foi quantificar a distribuição espacial de macroinvertebrados da classe Polychaeta, considerando a sua riqueza específica e abundância em termos de densidade e de biomassa, em duas pisciculturas a operar em tanques de terra em regime semi-intensivo e policultivo de robalo e linguado, dourada e linguado ou robalo, dourada e linguado. Nesta abordagem foram estudados diferentes tanques de terra na mesma piscicultura e a distribuição espacial dentro de cada tanque. Para esse fim foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Verificar a existência de diferenças entre pisciculturas e entre tanques da mesma piscicultura relativamente aos seguintes parâmetros ambientais: matéria orgânica, granulometria, temperatura e pH;
- b) Determinar o padrão de distribuição espacial de cada taxon de poliquetas entre pisciculturas e entre tanques da mesma piscicultura e relacionar com os parâmetros ambientais considerados;
- c) Avaliar a relação entre a biomassa/densidade de poliquetas existentes em cada piscicultura e a densidades de peixes em cultivo.

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo e amostragem

O presente estudo foi realizado em Abril de 2015 em duas pisciculturas a operar em tanques de terra em regime semi-intensivo e policultivo de robalo e linguado, dourada e linguado ou robalo, dourada e linguado na Figueira da Foz (Nasharyba) e em Ayamonte (Esteros de Canela) (Figura 10). A Figueira da Foz ($40^{\circ}07'02.0''\text{N}$ $8^{\circ}50'02.7''\text{W}$) está inserida na região centro de Portugal e situada na foz do rio Mondego. Na piscicultura analisada foram amostrados quatro tanques, que apresentam tamanhos e densidades de peixe em cultivo diferentes (Tabela 3). As espécies de peixe produzidas são também diferentes, sendo que os tanques FFT1 e FFT2 apresentavam dourada e linguado e os tanques FFT3 e FFT4 robalo, dourada e linguado. A piscicultura de Ayamonte ($37^{\circ}12'21.4''\text{N}$ $7^{\circ}23'31.4''\text{W}$) está localizada no sul de Espanha, junto à foz do rio Guadiana. Nesta piscicultura foram amostrados dois tanques, AT1 e AT2, que apresentam áreas e densidades de peixes bastante distintas (Tabela 3) onde, ao contrário da Figueira da Foz, apenas é produzido robalo e linguado.

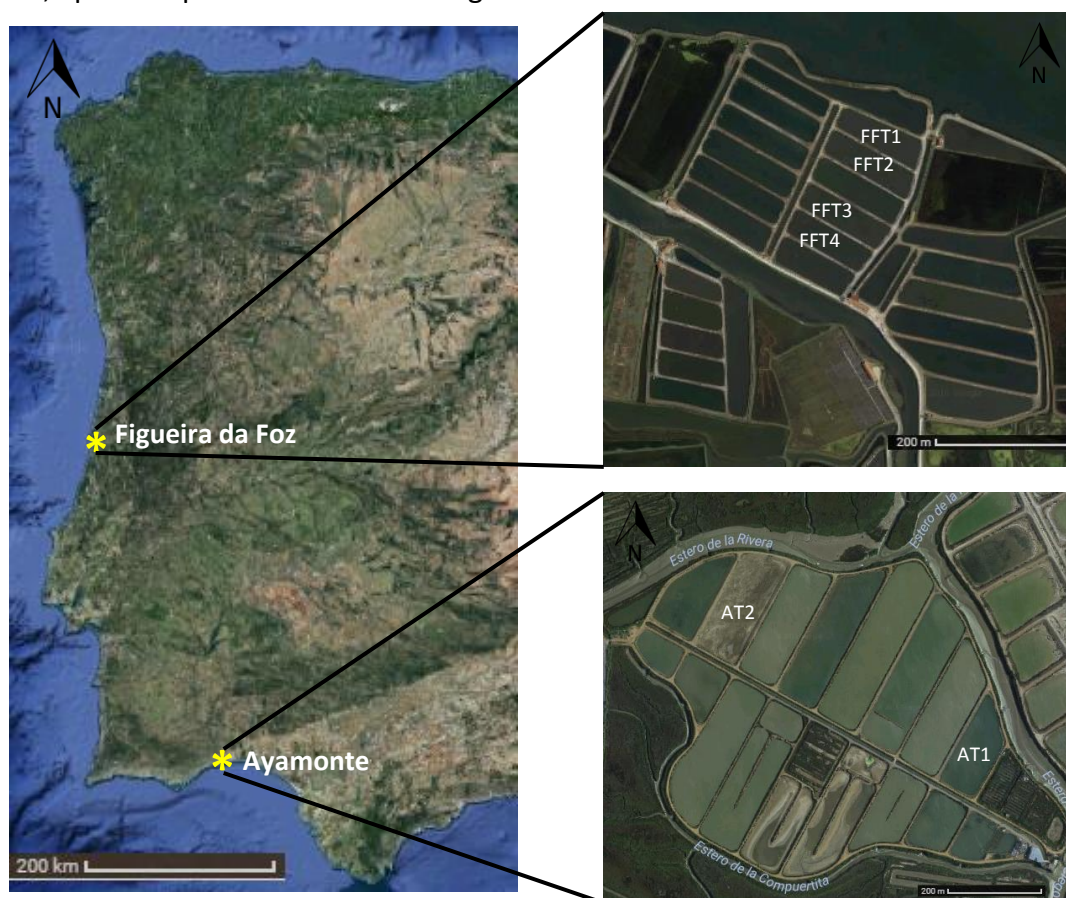


Figura 10 - Mapa dos locais de amostragem (Fonte: www.google.pt/maps).

Tabela 3 - Dados dos tanques de terra (ND - dados não disponíveis; -- dados não existentes).

Produtor	Ayamonte			Figueira da Foz		
Tanque	AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Área do tanque (m²)	15 000	22 962	12 110	11 469	11 107	9 818
Nº de dourada	--	--	60 000	60 000	5 000	5 000
Nº de robalo	ND	ND	--	--	60 000	60 000
Nº de linguado	6 418	8 407	1 150	900	4 101	3 800
Densidade de peixe (nº peixe/m²)	ND	ND	5,05	5,31	6,22	7,01
Densidade de linguado (nº peixe/m²)	0,43	0,37	0,10	0,10	0,40	0,40

A amostragem realizada foi composta pela determinação de parâmetros ambientais *in situ* e pela recolha de amostras de sedimento e de macrofauna (Figura 11). De modo a proceder à determinação dos parâmetros ambientais do sedimento e à recolha de amostras para a caracterização do sedimento, os tanques foram divididos em três zonas: entrada (A), meio do tanque (B) e saída (C). Em cada zona foram recolhidas três réplicas de sedimento com recurso a uma draga Van Veen com uma área de 0,0605 m² e volume de 0,0285 m³. Os parâmetros ambientais (pH e temperatura nos primeiros 5 cm de sedimento) foram determinados com recurso a equipamento de campo da marca WTW – pH 330i/set equipado com uma sonda SenTix® 41. Foi ainda recolhido sedimento para posterior determinação do teor em matéria orgânica e granulometria. Para a recolha das amostras referentes à macrofauna, os tanques da Figueira da Foz e de Ayamonte foram divididos em transeptos consoante a área de cada tanque (10 e 20 transeptos, respetivamente). Em cada um dos transeptos foram efetuadas duas amostragens com recurso à draga descrita anteriormente. Posteriormente à colheita, o sedimento amostrado foi lavado num saco de rede de 0,5 mm e armazenado em formaldeído tamponizado a 4%.

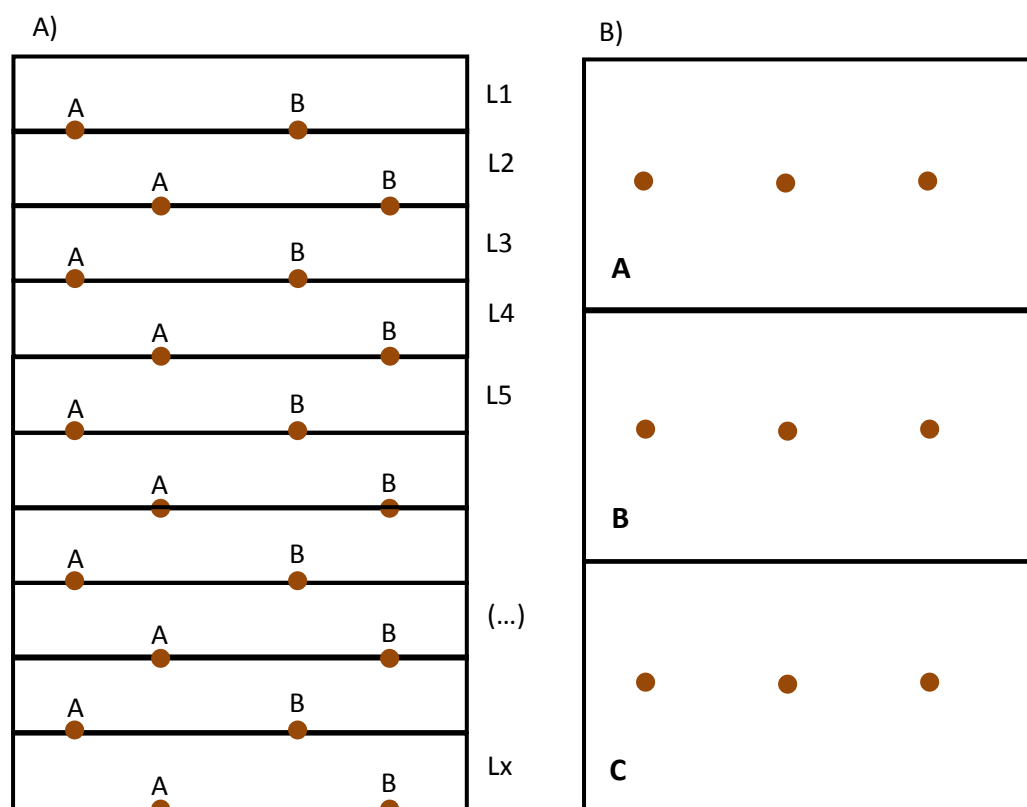


Figura 11 - Esquema de amostragem. A) Recolha de macrofauna; B) Recolha de sedimento para a determinação de parâmetros ambientais.

3.2. Determinação dos parâmetros ambientais

Para a determinação da matéria orgânica, foram usados cadinhos de porcelana, previamente lavados (para assegurar que não existiam vestígios de matéria orgânica) e desidratados, que foram numerados e pesados numa balança Sartorius CPA 225D. O sedimento foi seco numa estufa VENTICELL III a 50 °C durante 3 dias e posteriormente colocado nos cadinhos para a determinação do peso seco. De seguida, foi colocado numa mufla (CERAMIFOR MEC 85) a 450 °C durante 5 h e, depois de arrefecer num exsicador, para que não houvesse hidratação, foi pesado. Por fim, o valor da matéria orgânica foi calculado, através da diferença de peso dos cadinhos com a amostra de sedimento seco na estufa e o peso dos cadinhos com as cinzas do sedimento depois de queimados. O peso seco livre de cinzas (AFDW, *ash free dry weight*), utilizado como *proxi* do teor em matéria orgânica, foi então convertido em percentagem.

As amostras recolhidas para a determinação da granulometria foram analisadas por peneiração por via seca. Inicialmente foram secas numa estufa a 50 °C durante 5 dias e moídas cuidadosamente, com o auxílio de um almofariz. De seguida, foram pesadas 10 g de sedimento de cada réplica, perfazendo um total de 30 g de amostra por zona de tanque amostrada, ficando assim cada amostra composta por três réplicas, de forma a reduzir a variabilidade. Posteriormente, cada amostra passou por uma bateria de crivos (1000, 500, 250, 125 e 63 μm), pesada a quantidade de sedimento retida em cada crivo e convertida em percentagem relativa de cada fracção considerada (Tabela 4).

Tabela 4 - Classificação da granulometria do sedimento (Adaptado de Doeglas, 1968).

Tamanho do grão (μm)	Classificação do sedimento	
> 1000	Areia	Muito grosseira
1000 – 500		Grosseira
500 – 250		Média
250 – 125		Fina
125 – 63		Muito fina
> 63	Silte	

3.3. Processamento das amostras e identificação da macrofauna

As amostras de macrofauna foram lavadas em crivos de 1 e 0,5 mm e coradas com Rosa de Bengala. Os organismos de cada réplica foram triados pelos maiores grupos taxonómicos (poliquetas, isópodes, gastrópodes, entre outros). Os poliquetas foram identificados até ao menor nível taxonómico possível (Fauvel, 1923; Fauvel, 1927), com o auxílio de uma lupa Leica S8APO e contados, para determinação de densidade e de

abundância relativa de cada taxon. Por fim, a biomassa de cada taxon foi determinada através do peso seco livre de cinzas e para tal os organismos foram secos na estufa, a 50 °C durante 3 dias, pesados, queimados na mufla a 450 °C durante 5 h e finalmente pesados novamente.

3.4. Análise de diversidade

Para complementar o estudo da estrutura da comunidade de poliquetas foram utilizados índices de diversidade como a riqueza específica de Margalef (d), índice de diversidade de Shannon-Wiener ($H'(Ige)$), equitabilidade de Pielou (J') e índice de diversidade de Simpson ($1-\lambda'$).

A riqueza específica de Margalef estima a diversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies e do número total de indivíduos existentes na amostra (Margalef, 1958). O índice de Margalef é estimado através da fórmula:

$$d = \frac{(S - 1)}{\log_e N}$$

S é o número total de espécies presentes na amostra e N é o número total de indivíduos na amostra.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon e Wiener, 1964) assume que os indivíduos são amostrados ao acaso de uma população indefinidamente grande (Magurran, 2004). Este índice ainda considera que todas as espécies são representadas na amostra (Magurran, 2004). O índice de Shannon-Wiener é descrito pela equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \times \log_e p_i \quad p_i = \frac{q_i}{Q}$$

S é o número total de espécies, q_i é o número de indivíduos da espécie i e Q é o número total de indivíduos.

A equitabilidade de Pielou estima a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies (Magurran, 2004), sendo caracterizada pela seguinte fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_e S}$$

S é o número total de espécies presente na amostra.

Por fim, o índice de diversidade de Simpson apresenta a probabilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente a partir de uma comunidade infinitamente grande pertencerem à mesma espécie (Magurran, 2004). O índice de Simpson é calculado através da equação:

$$1 - \lambda' = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

S é o número de espécies, N é o número total de indivíduos presentes e n_i é o número de indivíduos por espécie.

3.5. Grupos funcionais

Os taxa de poliquetas foram classificados em grupos funcionais de acordo com Fauchald e Jumars (1979). Esta classificação agrupa os organismos conforme o tipo de alimento, a mobilidade e as características morfológicas utilizadas na alimentação. A família Siboglinidae não pode ser classificada nestes grupos tróficos, pois ocorrem em simbiose com bactérias quimioautotróficas (Rouse, 2001). Assim, esta família foi considerada quimiossintética. As espécies foram divididas nos seguintes grupos funcionais: carnívoros, detritívoros, filtradores, omnívoros e quimiossintéticos (Figura 12).



Alkmaria romijni
Detritívoro



Aphelochaeta marioni
Detritívoro



Capitella capitata
Detritívoro



Diopatra neapolitana
Omnívoro



Fabricia stellaris
Filtrador



Glycera tridactyla
Carnívoro



Hediste diversicolor
Omnívoro



Heteromastus filiformis
Detritívoro



Lagis koreni
Detritívoro



Nephtys sp.
Carnívoro



Nephtys hombergii
Carnívoro



Mysta picta
Carnívoro



Polydora ciliata
Filtrador



Polynoinae
Carnívoro



Siboglinidae
Quimiossintético



Prionospio sp.
Filtrador



Streblospio benedicti
Filtrador

Figura 12 - Grupos funcionais de poliquetas (Fonte: www.boldsystems.org; www.iopan.gda.pl; www.genustraitandbook.org.uk; www.dicyt.com; www.biorede.pt; www.marinespecies.org; chess.myspecies.info; plate-tectonic.narod.ru; www.sms.si.edu)

3.6. Análise estatística

3.6.1. Análise univariada

Os parâmetros ambientais, o número de espécies e respectivas densidade e biomassa total foram avaliados através de uma análise estatística univariada. Para tal foram testadas duas hipóteses nulas tendo em conta parâmetros ambientais considerados, a densidade total média e biomassa total média: 1) não existem diferenças significativas entre pisciculturas; 2) não existem diferenças significativas entre tanques na mesma piscicultura. Para esta análise, foi realizada uma ANOVA de duas via para testar as diferenças entre pisciculturas e entre os tanques inseridos nas pisciculturas, e um teste de comparações múltiplas (Teste de Holm-Sidak) de modo a discriminar as diferenças entre os vários grupos. Quando os valores não passavam no teste de normalidade (Shapiro-Wilk) foi realizada a transformação com $\text{Log}(x)$, pois esta foi a transformação menos severa possível para homogeneizar os dados. As diferenças foram consideradas significativas a partir de 0,05. Todas as análises foram realizadas através do *software* SigmaPlot 12.0.

3.6.2. Análise multivariada

A análise multivariada foi utilizada para testar as seguintes três hipóteses nulas tendo em conta os parâmetros ambientais considerados, a composição de espécies e respectivas densidade e biomassa: 1) não existem diferenças significativas entre pisciculturas; 2) não existem diferenças significativas entre os tanques da mesma piscicultura; 3) não existem diferenças significativas entre as zonas do mesmo tanque. Para cada hipótese, foi utilizado o número de taxa, a densidade e a biomassa de todos os taxa, e a densidade e biomassa em particular de *Hediste diversicolor*. Esta espécie foi estudada separadamente devido ao facto de ser a presa preferencial na dieta do linguado do Senegal.

Os valores de densidade e biomassa foram transformados através da fórmula $\log(x+1)$, e calculada a matriz de similaridade de Bray-Curtis. Foi realizado um PERMANOVA de uma via para testar as diferenças significativas entre pisciculturas, tanques e zonas, utilizando um *design* experimental de três fatores fixos (piscicultura, tanque inserido na piscicultura e zona inserida no tanque). O gráfico de análise de coordenadas principais (PCO) foi gerado de modo a visualizar no espaço os dados e tentar expor padrões. A percentagem de similaridade (SIMPER) foi utilizada para determinar quais os taxa que mais contribuem para similaridades e dissimilaridades entre as pisciculturas, tanques e zonas.

A relação entre os parâmetros ambientais e a comunidade de poliquetas foi explorada através do modelo de análise linear baseado na distância (DistLM), com o critério de seleção BIC e processo de seleção BEST. Os resultados foram ilustrados com a análise de redundância baseada na distância (dbRDA).

Na análise multivariada, as significâncias estatísticas das variações das componentes foram testadas utilizando 9999 permutações residuais num modelo reduzido e utilizando o teste de Monte Carlo. Os valores foram considerados significativos quando $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas através do *software* PRIMER 6 + PERMANOVA.

4. Resultados

4.1. Parâmetros ambientais

Os valores dos parâmetros ambientais estão representados na figura 13. O pH na água intersticial da camada superficial do sedimento (primeiros 5 cm) foi bastante constante em todos os locais, tendo valor médio de $7,33 \pm 0,09$. A temperatura na camada superficial do sedimento (primeiros 5 cm) apresentou valores mais elevados em Ayamonte, $18,25 \pm 0,52$ °C, do que na Figueira da Foz, $15,36 \pm 0,60$ °C, nos dias em que foram realizadas as respectivas amostragens. A percentagem de matéria orgânica foi mais elevada na Figueira da Foz, $7,98 \pm 1,31\%$, do que em Ayamonte, $5,84 \pm 0,17\%$. A granulometria variou bastante, sendo que a percentagem de areia muito grosseira, grosseira e média foi mais elevada em Ayamonte, $14,58 \pm 3,59\%$, $33,40 \pm 3,69\%$, $26,61 \pm 2,71\%$. A percentagem de areia fina, muito fina e silte foi mais elevada na Figueira da Foz, $20,27 \pm 8,22\%$, $19,69 \pm 6,56\%$, $42,20 \pm 8,23\%$, respetivamente.

A análise dos parâmetros ambientais nas várias zonas dos tanques foi efetuada através de PCA (Figura 14), onde os dois eixos explicam 82,6% da variabilidade total. O PCA apresenta uma clara distinção entre as pisciculturas. A areia muito grosseira, grosseira, média e a temperatura caracterizaram os tanques de Ayamonte. Ao contrário da Figueira da Foz, que foi representada pela areia muito fina, silte e percentagem de matéria orgânica em todos os tanques. O tanque FFT3 também está relacionado com a areia fina.

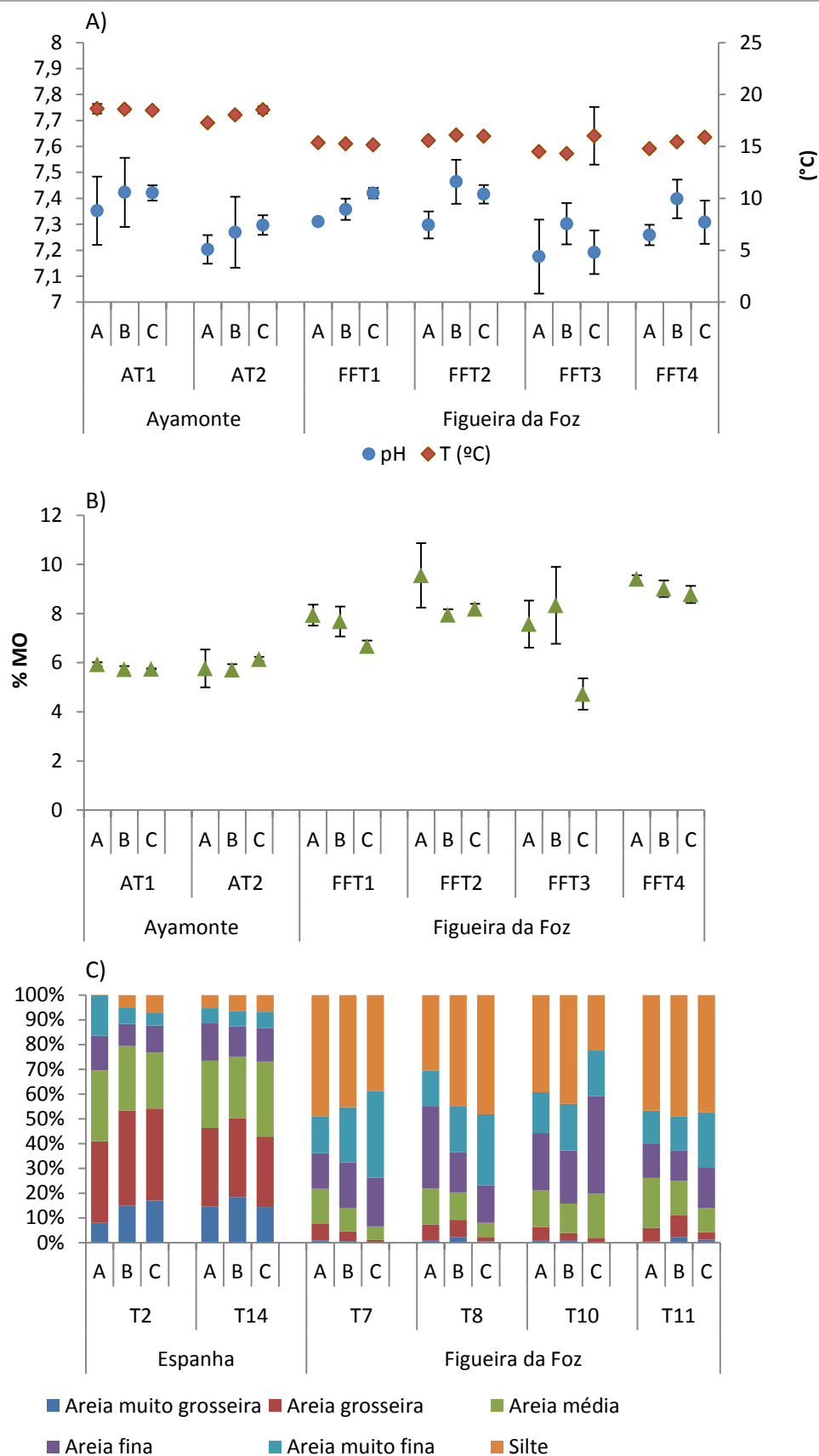


Figura 13 - Gráficos dos parâmetros ambientais nas zonas de cada tanque. A) pH e temperatura (primeiros 5 cm do sedimento); B) percentagem de matéria orgânica; C) granulometria em percentagem.

A ANOVA de duas via mostrou que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre pisciculturas para o pH, contudo existiram diferenças significativas nos valores de temperatura ($F=104,881$, $p<0,0001$), de matéria orgânica ($F=19,674$, $p<0,001$) e de granulometria ($F=114,345$, $p<0,001$; $F=417,995$, $p<0,001$; $F=48,867$, $p<0,001$; $F=8,066$, $p=0,012$; $F=19,902$, $p<0,001$; $F=13,436$, $p=0,002$, respectivamente areia muito grossa, grossa, média, fina, muito fina e silte). Entre os tanques, da mesma piscicultura, existiram diferenças significativas para a percentagem de matéria orgânica ($F=4,086$, $p=0,025$), valores de pH ($F=5,061$, $p=0,012$), temperatura ($F=7,438$, $p=0,002$), percentagem de areia grossa ($F=35,578$, $p<0,001$), areia média ($F=4,047$, $p<0,001$), areia muito fina ($F=5,290$, $p=0,010$) e silte ($F=3,673$, $p=0,035$).

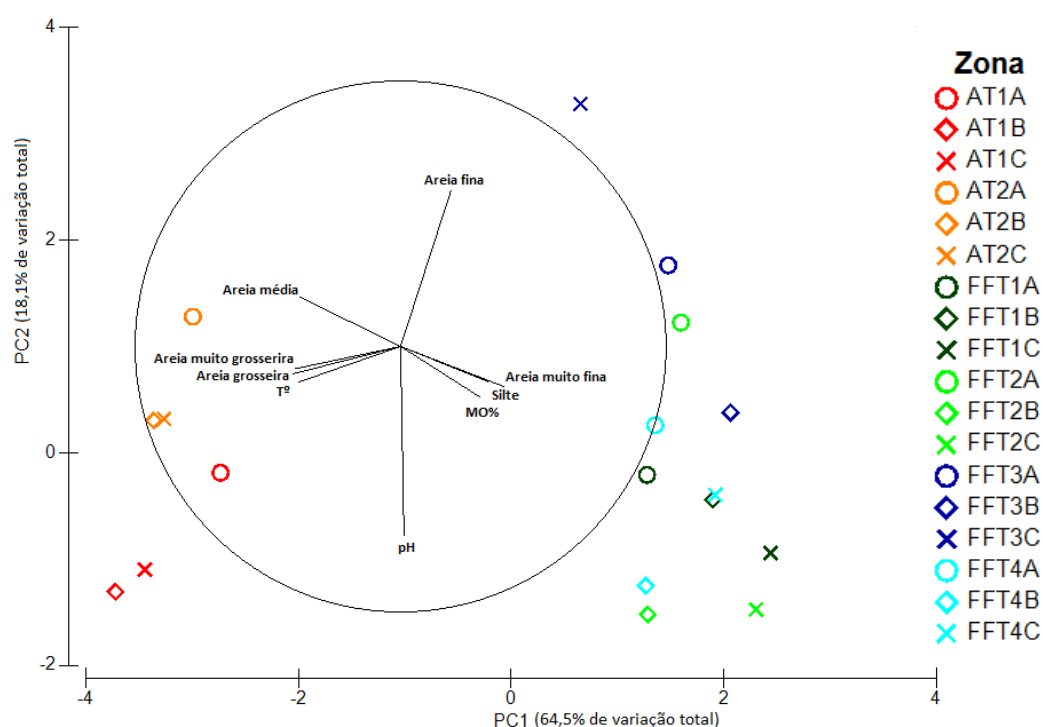


Figura 14 - Diagrama obtido por análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros ambientais.

4.2. Análise de diversidade

A riqueza específica de Margalef (Tabela 5) apresentou valores mais elevados para a piscicultura de Ayamonte, onde foram mais altos no tanque AT1. Na Figueira da Foz, os valores foram aumentando, respetivamente, no tanque FFT4, FFT1, FFT2 e FFT3.

Os índices de diversidade de Simpson, de diversidade de Shannon-Wiener e a equitabilidade de Pielou apresentaram valores mais elevados na Figueira da Foz. Nesta piscicultura, os valores foram aumentando, segundo a ordem FFT4, FFT2, FFT1 e FFT3, respetivamente. Em Ayamonte o tanque AT2 revelou os valores mais baixos.

Tabela 5 - Índices de diversidade calculados para poliquetas presentes nos tanques das duas pisciculturas.

Piscicultura	Tanque	S	N	d	J'	H'(lg2)	1-λ'
Ayamonte		13	6405	1,369	0,4372	1,121	0,5848
	AT1	12	4838	1,297	0,3993	0,9923	0,4615
	AT2	6	1567	0,6797	0,2188	0,3921	0,1738
Figueira da Foz		13	27167	1,175	0,8005	2,053	0,8508
	FFT1	9	6817	0,9063	0,7091	1,558	0,7469
	FFT2	10	3744	1,094	0,6323	1,456	0,7231
	FFT3	12	6227	1,259	0,7523	1,869	0,8168
	FFT4	9	10380	0,8651	0,5718	1,256	0,5761

4.3. Grupos funcionais

Os grupos funcionais foram divididos em carnívoros, detritívoros, omnívoros, filtradores e quimiossintéticos. O grupo carnívoro foi constituído por 5 taxa, podendo ser encontrados no máximo 2 por amostra. Os filtradores foram compostos por 4 taxa e, por amostra, puderam ser encontrados no máximo 3. Os detritívoros, omnívoros e quimiossintéticos foram formados por 5, 2 taxa e 1 taxon, respetivamente.

A densidade destes grupos variou consideravelmente em Ayamonte, sendo os detritívoros e omnívoros, os que apresentaram maior número de indivíduos (Figura 15). No tanque AT1, mais de 50% da densidade foi devido aos detritívoros e no AT2 aos omnívoros. Na Figueira da Foz, a densidade dos grupos foi mais constante, à exceção dos carnívoros que estavam pouco presentes. No tanque FFT1, os detritívoros e filtradores foram os grupos com maior número de indivíduos, no FFT2 os detritívoros, no FFT3 os detritívoros, omnívoros e filtradores, e no FFT4 os quimiossintéticos.

Ayamonte

Densidade

Biomassa



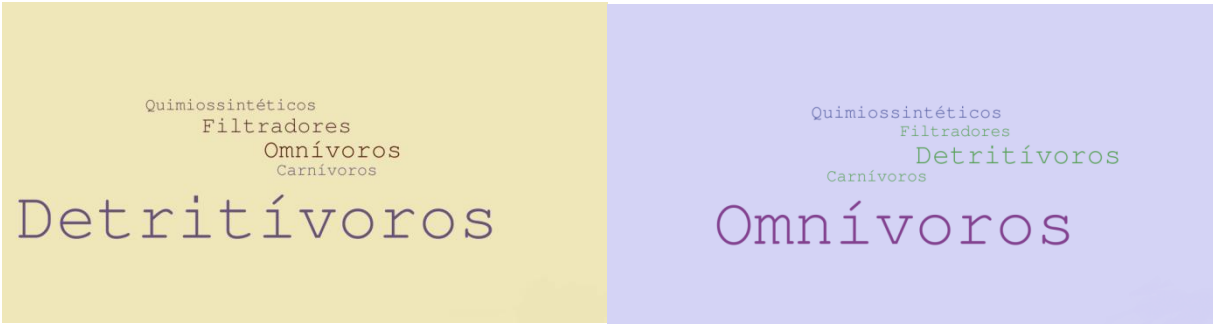
Figueira da Foz



Ayamonte: AT1

Densidade

Biomassa



Ayamonte: AT2



Figueira da Foz: FFT1



Figueira da Foz: FFT2



Figueira da Foz: FFT3



Figueira da Foz: FFT4



Figura 15 - Densidade e Biomassa dos grupos funcionais de cada piscicultura e de cada tanque (lado esquerdo representa a densidade e o direito biomassa).

A biomassa em Ayamonte foi muito mais elevada para o grupo omnívoro, verificando-se nos dois tanques (Figura 15). Na Figueira da Foz, o grupo omnívoro também foi o que apresentou maior biomassa, seguido dos detritívoros e quimiossintéticos. No tanque FFT1 e FFT2, os detritívoros e omnívoros foram os que tiveram maior biomassa; no FFT3 os omnívoros, carnívoros, detritívoros e quimiossintéticos; e no FFT4 foram os omnívoros e quimiossintéticos.

O número de taxa, densidade e biomassa dos grupos funcionais apresentaram diferenças significativas entre as pisciculturas, tanques e zonas (Tabela 6). Existiram diferenças, para o número de taxa, entre as duas pisciculturas e entre todos os tanques, à exceção do tanque FFT4, que não apresentou diferenças com o FFT1 e FFT2. Entre as zonas, existiram diferenças significativas entre A e B nos tanques AT2, FFT1 e FFT2; A e C no FFT1 e FFT4; e B e C no FFT4. Para a densidade e biomassa, o teste pairwise revelou que existiram diferenças significativas entre as duas pisciculturas e todos os tanques. Na comparação entre zonas a densidade variou nas zonas A e B nos tanques AT2, FFT1, FFT2, FFT3 e FFT4; e A e C no FFT1, FFT3 e FFT4. A biomassa variou nas zonas A e B, nos tanques AT2, FFT1 e FFT2; e A-C em todos os tanques, à exceção do AT1 e FFT2.

Tabela 6 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para o número de taxa, densidade e biomassa dos grupos funcionais (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.

	Taxa		Densidade		Biomassa	
	Pseudo-F	P(perm)	Pseudo-F	P(perm)	Pseudo-F	P(perm)
Piscicultura	181,05	0,0001	90,508	0,0001	84,617	0,0001
Tanque (Piscicultura)	16,079	0,0001	30,693	0,0001	18,648	0,0001
Zona (Tanque (Piscicultura))	2,143	0,0048	2,6534	0,0004	3,6876	0,0001
	t	P(perm)	t	P(perm)	t	P(perm)
Ayamonte, Figueira da Foz	13,455	0,0001	9,5136	0,0001	9,1988	0,0001
AT1,AT2	5,4613	0,0001	6,8473	0,0001	2,9841	0,0001
FFT1,FFT2	2,3468	0,0063	3,1917	0,0004	3,9003	0,0001
FFT1,FFT3	5,2738	0,0001	7,2845	0,0001	5,1101	0,0001
FFT1,FFT4	1,7381	0,0721	5,7611	0,0001	5,8429	0,0001
FFT2,FFT3	4,9536	0,0001	9,3028	0,0001	4,8011	0,0001
FFT2,FFT4	1,6458	0,0749	7,8963	0,0001	8,2722	0,0001
FFT3, FFT4	6,5469	0,0001	8,4312	0,0001	5,8739	0,0001
AT1	A, B	1,5605	0,0979	1,5234	0,1008	0,90308
	A, C	0,86346	0,518	1,4542	0,1237	1,6553
	B, C	1,0714	0,3491	0,73963	0,5881	0,79777
AT2	A, B	2,5158	0,0164	2,7983	0,005	4,7651
	A, C	1,0799	0,3139	1,1955	0,2373	3,1777
	B, C	1,5684	0,1155	1,72	0,0736	0,8644
FFT1	A, B	2,5869	0,0148	3,4588	0,001	3,1012
	A, C	3,9846	0,0006*	4,1547	0,0011	2,9675
	B, C	1,2037	0,2904	1,0285	0,3809	---
FFT2	A, B	1,7956	0,0386	1,8297	0,0394	2,3079
	A, C	1,0764	0,4056	1,6459	0,0913	1,715
	B, C	1,6718	0,0754	1,2934	0,1663	0,61863
FFT3	A, B	1,5468	0,1508*	2,1025	0,0173	1,3643
	A, C	1,5371	0,1098	2,035	0,0102	1,8
	B, C	---	---	1,1549	0,2495	0,70402
FFT4	A, B	0,85601	0,4654*	1,9714	0,03	1,6904
	A, C	3,0731	0,0057*	2,2823	0,0044	2,9556
	B, C	2,4982	0,0283*	0,84392	0,5019	1,1866

No gráfico da densidade, com o eixo 1 contribuindo 67% e o eixo 2 25% para a variação total (Figura 16A), foi observada uma divisão entre as pisciculturas. Também foi verificada a distinção entre os grupos da Figueira da Foz FFT1 e FFT2, e FFT3 e FFT4. No PCO da biomassa, com o eixo 1 contribuindo 46% e o eixo 2 19% para a variação total (Figura 16B), existiu uma distinção em todos os tanques.

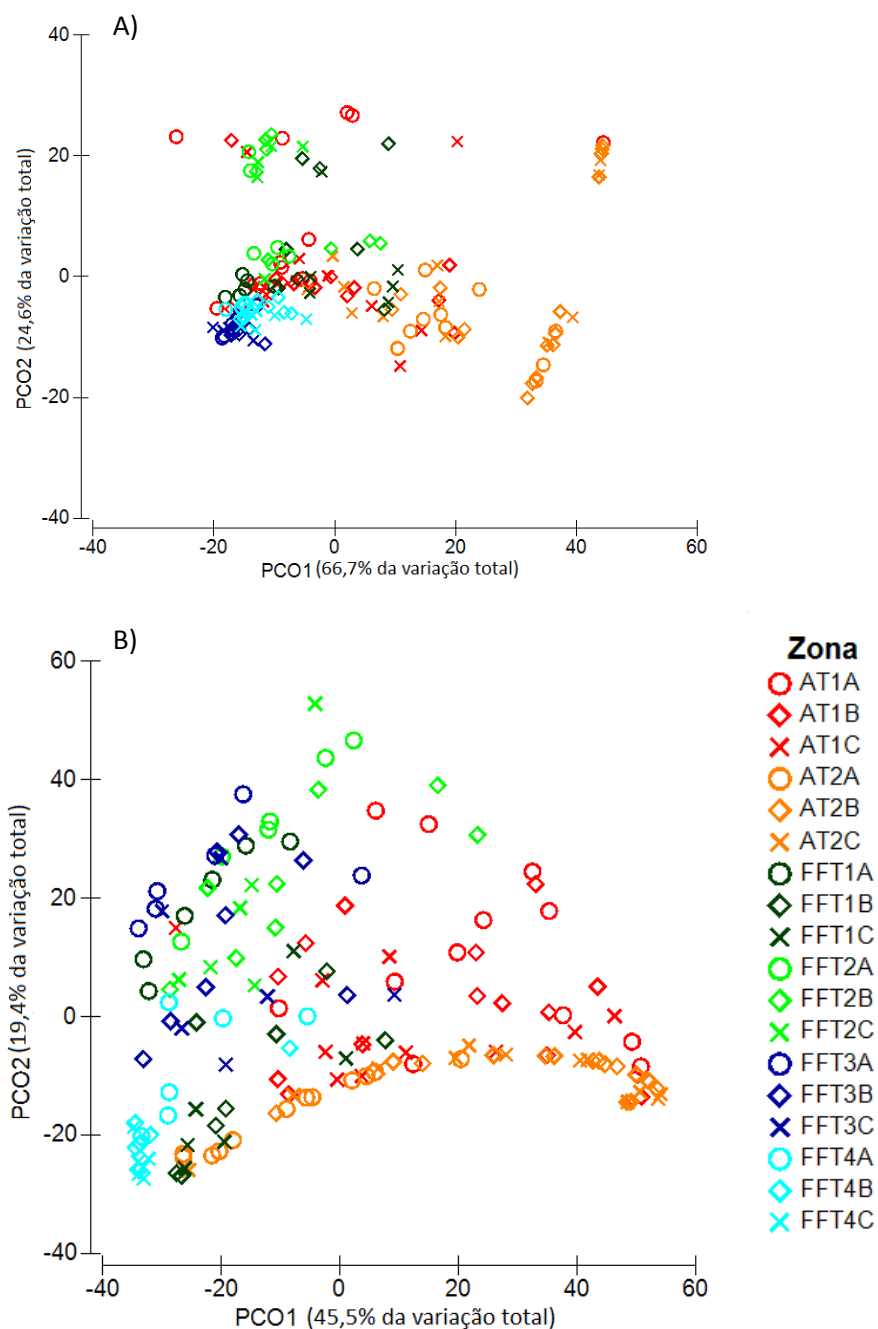


Figura 16 - Gráfico de análise de coordenadas principais: A) com base na densidade dos grupos funcionais nas zonas de cada tanque; B) com base na biomassa dos grupos funcionais nas zonas de cada tanque.

Os grupos funcionais que mais contribuíram para as dissimilaridades entre a densidade das duas pisciculturas foram os filtradores e detritívoros, com uma contribuição de 62%. Entre os tanques de Ayamonte foram encontradas dissimilaridades devido a detritívoros e filtradores, e na Figueira da Foz principalmente devido a quimiossintéticos, filtradores e carnívoros (Anexo I). Para a biomassa os grupos funcionais que distinguiram as pisciculturas foram os omnívoros e detritívoros, com uma contribuição de 69%. Entre os tanques de Ayamonte existiram dissimilaridades devido aos omnívoros e na Figueira da Foz devido aos omnívoros, quimiossintéticos, detritívoros e carnívoros (Anexo II).

4.4. Comunidade de poliquetas

4.4.1. Número de taxa

No total das amostras dos 6 tanques estudados foram identificados 17 taxa, distribuídos por 2 classes, 6 ordens, 13 famílias e 14 géneros (Anexo III). O número médio de taxa identificado foi de 5 por amostra, variando entre 1 e 11. Em nenhum dos tanques foram encontrados todos os 17 taxa, e apenas 5 foram identificados em mais de 50% dos locais de amostragem, sendo os poliquetas mais ubíquos *H. diversicolor* (99,37%), Siboglinidae (81,25%), *A. romijni* (66,25%), *A. marioni* (60%) e *P. ciliata* (56,25%).

A composição taxonómica das duas pisciculturas foi bastante distinta. Em Ayamonte, existiam 5 taxa em comum nos dois tanques (Figura 17); curiosamente, foram observados 7 taxa que apenas estavam presentes no tanque AT1 e um taxon no AT2. Na Figueira da Foz existiu mais uniformidade, existindo 9 taxa em comum, 1 taxon independente no tanque FFT2 e 3 taxa no FFT3.

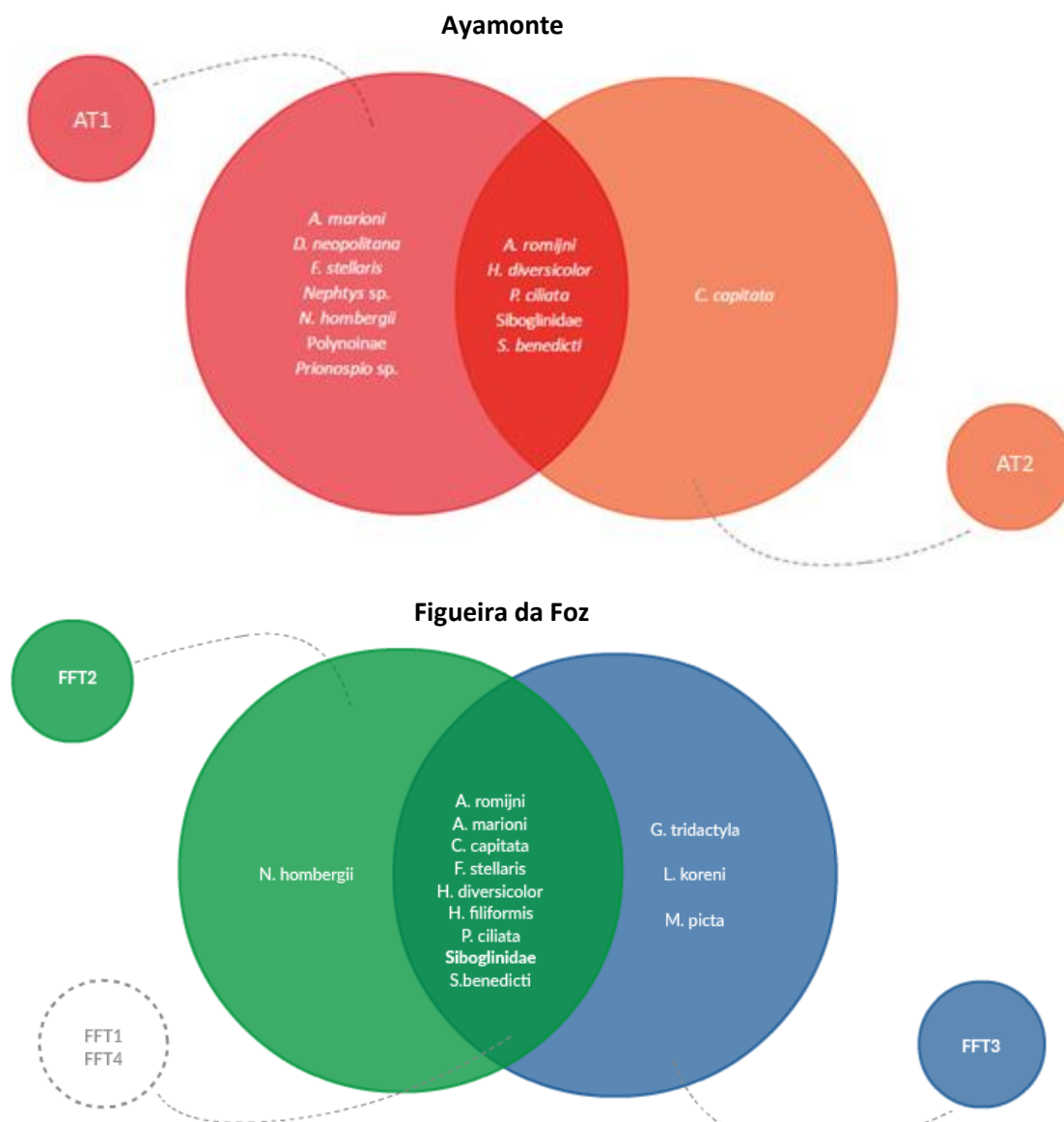


Figura 17 - Diagramas de Venn dos taxa de poliquetas comuns nos tanques.

Entre as pisciculturas, tanques e zonas estudadas existiram diferenças significativas (Tabela 7). Através do teste pairwise foi constatado que existiram diferenças entre as duas pisciculturas e entre todos os tanques. Entre as zonas não se conseguiu estabelecer um padrão, porém existiram diferenças significativas entre as zonas A e B do tanque AT2; A e C do FFT1 e FFT4; e B e C do FFT4.

Tabela 7 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para o número de taxa, densidade e biomassa da comunidade de poliquetas (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.

		Taxa		Densidade		Biomassa	
		Pseudo-F	P(perm)	Pseudo-F	P(perm)	Pseudo-F	P(perm)
Piscicultura		237,72	0,0001	240,17	0,0001	90,299	0,0001
Tanque (Piscicultura)		22,952	0,0001	38,726	0,0001	29,469	0,0001
Zona (Tanque (Piscicultura))		2,0372	0,0118	3,0773	0,0001	3,511	0,0001
		t	P(perm)	T	P(perm)	T	P(perm)
Ayamonte, Figueira da Foz		15,418	0,0001	15,497	0,0001	9,5026	0,0001
AT1,AT2		5,4522	0,0001	6,615	0,0001	2,9176	0,0001
FFT1,FFT2		3,2291	0,0001	4,0566	0,0001	4,0042	0,0001
FFT1,FFT3		5,994	0,0001	7,5598	0,0001	5,3039	0,0001
FFT1,FFT4		5,6704	0,0001	7,8895	0,0001	5,8791	0,0001
FFT2,FFT3		6,5799	0,0001	9,0753	0,0001	5,0584	0,0001
FFT2,FFT4		8,1076	0,0001	10,802	0,0001	8,0933	0,0001
FFT3, FFT4		6,9203	0,0001	5,901	0,0001	5,8143	0,0001
AT1	A, B	1,6807	0,0603	1,5735	0,0733	1,0379	0,3463
	A, C	1,1459	0,2787	1,3903	0,1159	1,4581	0,0898
	B, C	1,1385	0,2979	1,0292	0,3423	0,67051	0,7774
AT2	A, B	2,53	0,0181	2,8372	0,0025	4,7651	0,0002
	A, C	1,2425	0,2177	1,2359	0,2229	3,1772	0,0009
	B, C	1,5684	0,1126	1,7208	0,0702	0,86248	0,4688
FFT1	A, B	1,8353	0,0644	3,1321	0,0016	2,9953	0,0006
	A, C	3,9846	0,0009*	5,3271	0,0014	2,857	0,0019
	B, C	0,83774	0,5222	1,0189	0,4195	0,3684	0,8718
FFT2	A, B	1,5294	0,1231	2,0351	0,0049	1,9622	0,0064
	A, C	0,49011	0,762	1,2178	0,2637	1,5462	0,1024
	B, C	1,4899	0,1187	1,2292	0,222	0,53044	0,8453
FFT3	A, B	1,2963	0,226*	1,9523	0,0059	1,3731	0,1337
	A, C	1,5371	0,1099	2,3071	0,0092	1,7765	0,018
	B, C	1,2448	0,2773	1,2616	0,1745	0,64805	0,7524
FFT4	A, B	0,85601	0,4674*	2,0495	0,0099	1,6729	0,0753
	A, C	3,0731	0,0052*	3,1512	0,0027	2,8742	0,0047
	B, C	2,4982	0,028*	1,8503	0,0354	1,2014	0,2283

A figura 18 apresenta o gráfico de PCO com base no número de taxa de poliquetas, nas zonas de cada tanque, com o eixo 1 contribuindo 64% e o eixo 2 28% para a variação total. Foi verificado, de um modo geral, a existência de três grupos distintos: a piscicultura de Ayamonte, os tanques FFT1 e FFT2 da Figueira da Foz e os tanques FFT3 e FFT4 da mesma piscicultura. Foi observado também, que os grupos, à exceção do último, são muito dispersos.

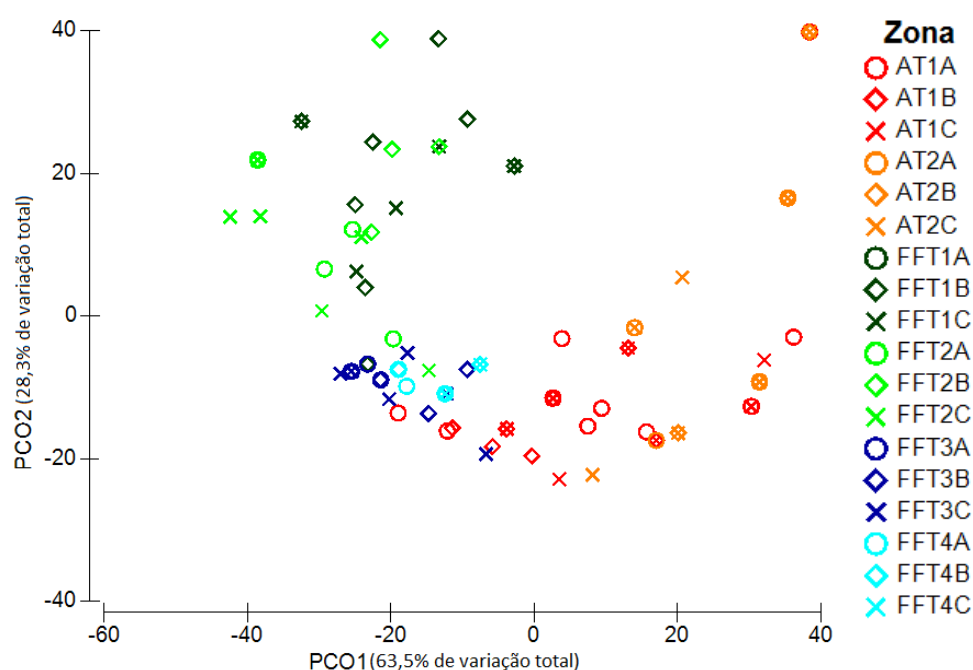


Figura 18 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base no número de taxa de poliquetas nas zonas de cada tanque.

O teste SIMPER realizado indicou que os taxa que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as duas pisciculturas são: *C. capitata*, *A. marioni*, *H. filiformis*, *P. ciliata*, *S. benedicti*, *F. stellaris*, *A. romijni* e Siboglinidae, com uma contribuição de 94%. Entre os tanques, as diferenças foram também maioritariamente devidas a estes taxa (Anexo IV).

4.4.2. Densidade

A densidade de cada taxon variou bastante consoante a piscicultura e os tanques (Figura 19; Tabela 8). Em Ayamonte, *H. diversicolor* e *A. romijni* apresentaram maior densidade, predominando no tanque AT2 e no AT1, respetivamente. Na Figueira da Foz os taxa com maior densidade foram Siboglinidae, *H. diversicolor* e *A. marioni*, no entanto a densidade variou em cada tanque.

Ayamonte

Densidade



Biomassa



Figueira da Foz



Ayamonte: AT1

Densidade

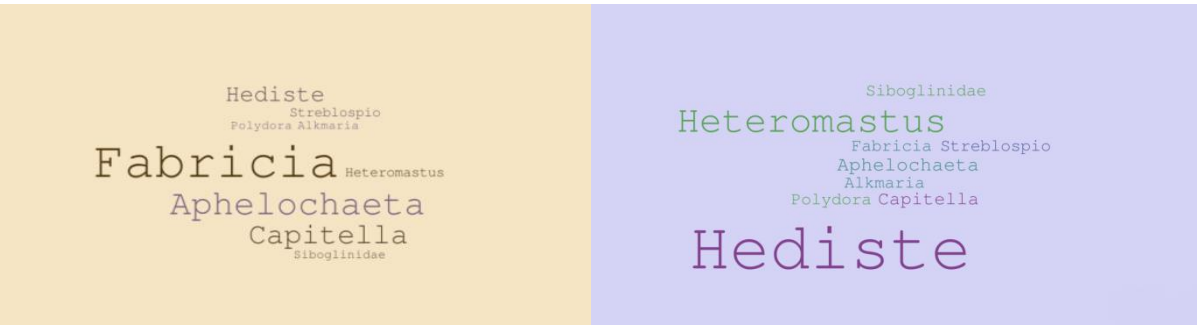
Biomassa



Ayamonte: AT2



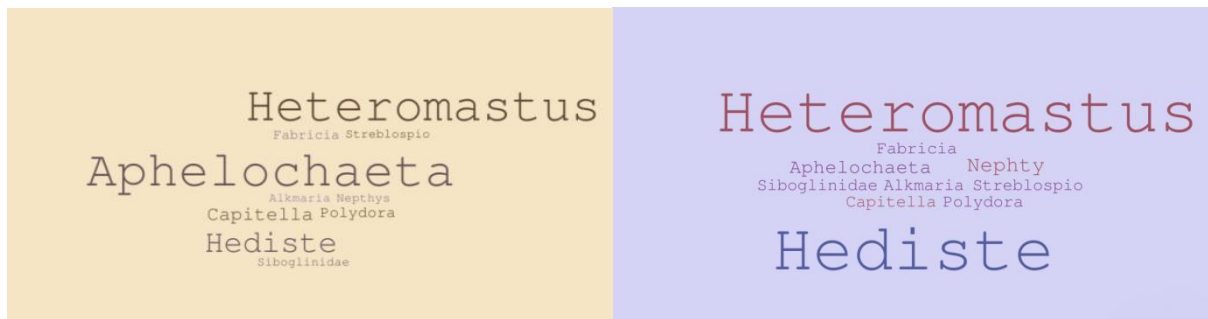
Figueira da Foz: FFT1



Figueira da Foz: FFT2

Densidade

Biomassa



Figueira da Foz: FFT3



Figueira da Foz: FFT4

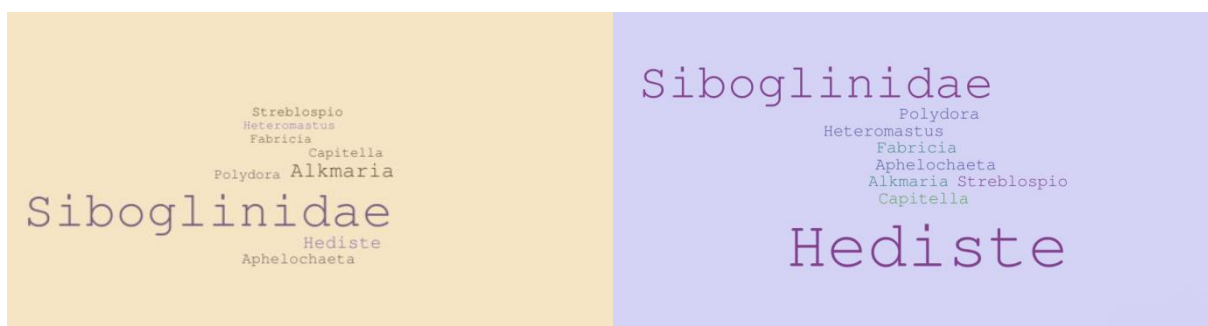


Figura 19 - Densidade e biomassa da comunidade de poliquetas de cada piscicultura e de cada tanque (lado esquerdo representa a densidade e o direito biomassa).

A densidade total média de poliquetas (Figura 20) não apresentou diferenças significativas entre pisciculturas e tanques neles inseridos.

Tabela 8 - Densidade de cada taxon de poliquetas (nº de indivíduos / m²). Valores médios por tanque.

	AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
<i>Alkmaria romijni</i>	4119	97	2	8	1539	1701
<i>Aphelochaeta marioni</i>	248	0	2156	1674	204	617
<i>Capitella capitata</i>	0	1	1575	354	231	293
<i>Diopatra neopolitana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Fabricia stellaris</i>	6	0	3551	76	49	13
<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	0	57	0
<i>Hediste diversicolor</i>	820	1777	1069	872	1878	1424
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	271	1607	340	7
<i>Lagis koreni</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Nephtys sp.</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Nephtys hombergii</i>	1	0	0	2	0	0
<i>Myrtea picta</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Polydora ciliata</i>	331	2	45	139	1883	501
Polynoinae	1	0	0	0	0	0
Siboglinidae	117	83	78	11	897	7855
<i>Prionospio sp.</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Streblospio benedicti</i>	167	6	255	18	664	294

Foram verificadas diferenças significativas na comunidade de poliquetas entre as duas pisciculturas e entre todos os tanques (Tabela 7). Relativamente às zonas, as zonas A e B foram sempre estatisticamente diferentes, à exceção do tanque AT1, e as zonas A e C também diferiram nos tanques FFT1, FFT3 e FFT4. As zonas B e C apenas foram diferentes no tanque FFT4.

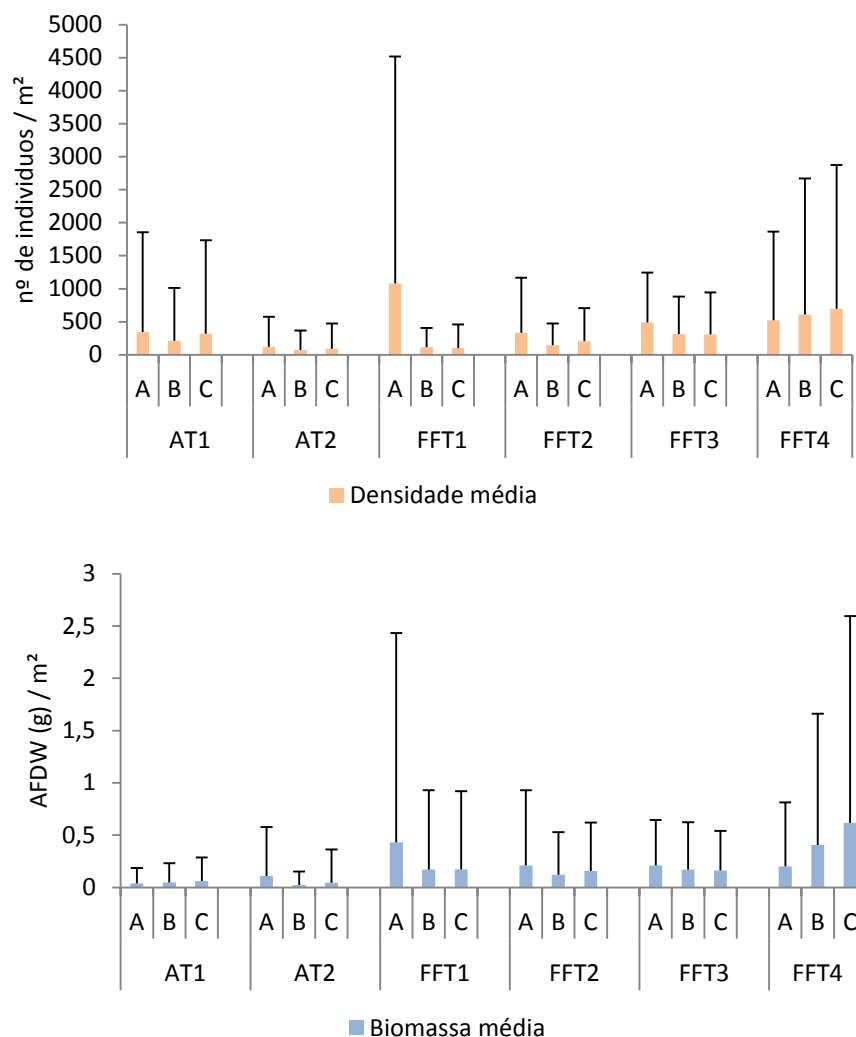


Figura 20 - Gráficos de densidade e biomassa total da comunidade de poliquetas (AFDW – peso seco livre de cinzas). Valores médios por zonas de cada tanque.

De acordo com o PCO com base na densidade de poliquetas nas zonas de cada tanque com o eixo 1 contribuindo 55% e o eixo 2 28% para a variação total (Figura 21), assim como para o número de taxa, foi verificado a existência de três grupos distintos: a piscicultura de Ayamonte, os tanques FFT1 e FFT2 da Figueira da Foz e os tanques FFT3 e FFT4 da mesma. Os tanques FFT1 e FFT2 estão completamente separados dos restantes.

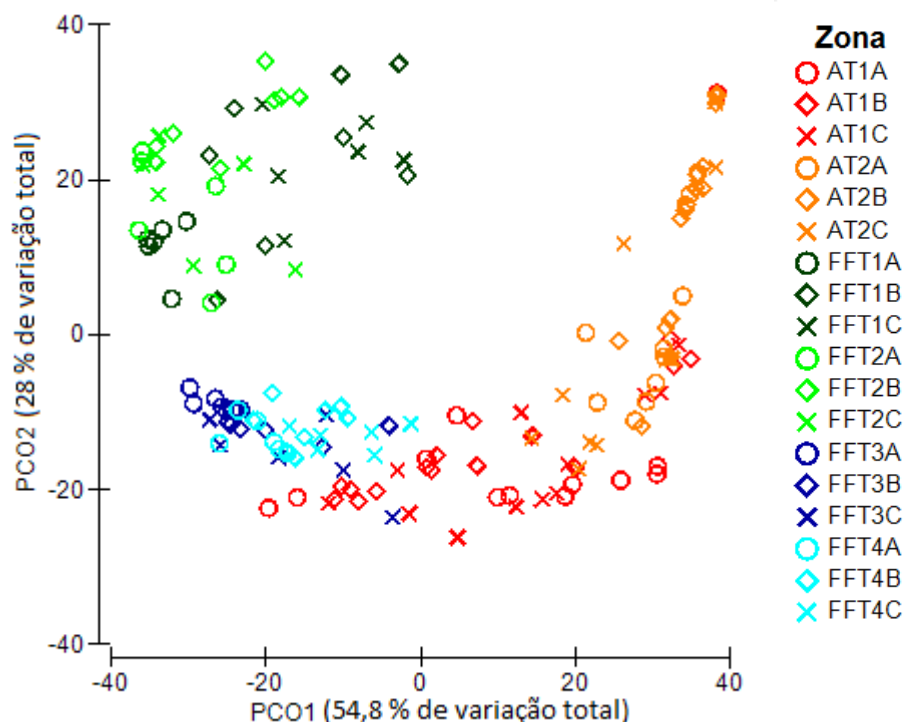


Figura 21 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base na densidade de poliquetas nas zonas de cada tanque.

Os taxa que mais contribuíram para a distinção entre as duas pisciculturas, segundo o teste SIMPER, foram *C. capitata*, *A. marioni*, *H. filiformis*, *A. romijni*, *P. ciliata*, Siboglinidae, *S. benedicti* e *F. stellaris*, com uma contribuição de 94%, sendo característicos da piscicultura da Figueira da Foz, à exceção da *A. romijni*. Entre os tanques de Ayamonte foram encontradas diferenças devido à *A. romijni*, *P. ciliata* e Siboglinidae (Anexo V). Na Figueira da Foz, as dissimilaridades entre os tanques foram principalmente devido ao *H. filiformis*, *F. stellaris*, *S. benedicti*, *P. ciliata*, Siboglinidae, *A. romijni* e *C. capitata*.

4.4.3. Biomassa

Os taxa com maior biomassa foram muito constantes entre as pisciculturas e tanques (Figura 19). Em Ayamonte, a *H. diversicolor* apresentou maior biomassa para os dois tanques. Na Figueira da Foz, *H. diversicolor*, *H. filiformis* e Siboglinidae foram os taxa que têm biomassa mais elevada (Tabela 9).

Tabela 9 - Biomassa de cada taxon de poliquetas em AFDW (g) / m² (peso seco livre de cinzas (g) / m²). Valores médios por tanque.

	AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
<i>Alkmaria romijni</i>	0,16577	0,00402	0,00016	0,00042	0,06175	0,06118
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0,01795	0,0000	0,27694	0,14755	0,02490	0,03650
<i>Capitella capitata</i>	0,0000	0,00015	0,11172	0,03117	0,01006	0,02142
<i>Diopatra neopolitana</i>	0,02143	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Fabricia stellaris</i>	0,00016	0,0000	0,06034	0,00201	0,00108	0,00001
<i>Glycera tridactyla</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,74755	0,0000
<i>Hediste diversicolor</i>	0,73160	1,19033	3,27863	1,49916	1,53126	5,15996
<i>Heteromastus filiformis</i>	0,0000	0,0000	1,57023	1,54659	0,61079	0,00967
<i>Lagis koreni</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00119	0,0000
<i>Nephtys sp.</i>	0,00041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Nephtys hombergii</i>	0,00018	0,0000	0,0000	0,14647	0,0000	0,0000
<i>Mysta picta</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00571	0,0000
<i>Polydora ciliata</i>	0,01549	0,00013	0,00687	0,00983	0,17201	0,02111
Polynoinae	0,00009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Siboglinidae	0,03669	0,03328	0,02990	0,00319	0,56141	3,17454
<i>Prionospio sp.</i>	0,00008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Streblospio benedicti</i>	0,00794	0,00025	0,01366	0,00094	0,02777	0,00959

A biomassa total média (Figura 20) apresentou diferenças significativas entre as pisciculturas (F=26,711; p<0,001) e entre tanques (F=4,493, p=0,018).

Foi constatado que existiram diferenças significativas na biomassa da comunidade de poliquetas entre as duas pisciculturas e entre todos os tanques (Tabela 7). Entre as zonas, existiram diferenças significativas entre A e B nos tanques AT2, FFT1 e FFT2; e entre A e C nos tanques AT2, FFT1, FFT3 e FFT4.

Através do PCO com o eixo 1 contribuindo 43% e o eixo 2 16% para a variação total (Figura 22) foi possível verificar a existência de dois grupos, a piscicultura de Ayamonte e a da Figueira da Foz. Nesta, o tanque FFT4 foi muito homogêneo, sendo que os restantes tanques apresentam biomassas muito disseminadas.

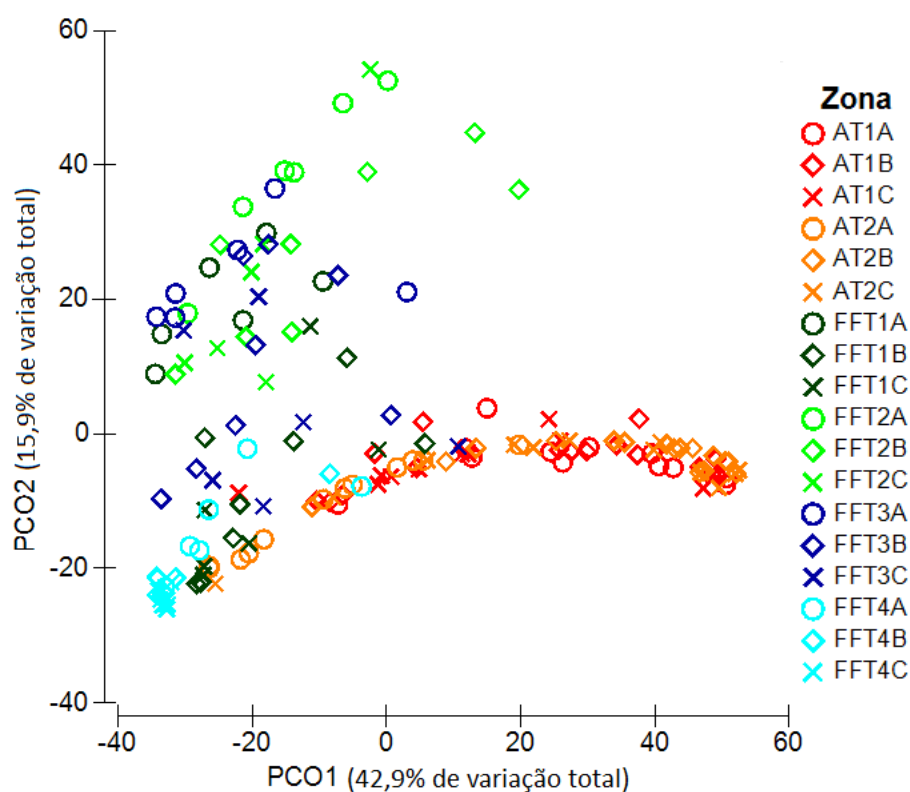


Figura 22 - Gráfico de análise de coordenadas principais com base na biomassa de poliquetas nas zonas de cada tanque.

Os taxa que mais contribuíram para as dissimilaridades entre a biomassa das duas pisciculturas foram: *H. diversicolor*, *H. filiformis*, Siboglinidae, *G. tridactyla*, *A. marioni* e *A. romijni*, com uma contribuição de 93%, sendo característicos da piscicultura da Figueira

da Foz, excepto *A. romijni*. Entre os tanques de Ayamonte foram encontradas dissimilaridades devido ao *H. diversicolor*, *A. romijni* e Siboglinidae. Na Figueira da Foz, entre os tanques foi principalmente devido ao *H. filiformis*, *H. diversicolor*, Siboglinidae e *A. marioni* (Anexo VI).

4.5. *Hediste diversicolor*

Hediste diversicolor esteve presente em todas as amostras, sendo uma das espécies com maior densidade e biomassa nos tanques estudados. A sua densidade total foi mais reduzida em Ayamonte (33%) do que na Figueira da Foz (67%). Apresentou maior percentagem no FFT3 (24%) e menor no AT1 e FFT2 (11%). Esta diferença também foi apresentada na biomassa total, onde foi bastante diferente entre Ayamonte (13%) e a Figueira da Foz (87%), sendo mais elevada no tanque FFT4 (39%) e mais baixa no AT1 (5%) (Figura 23).

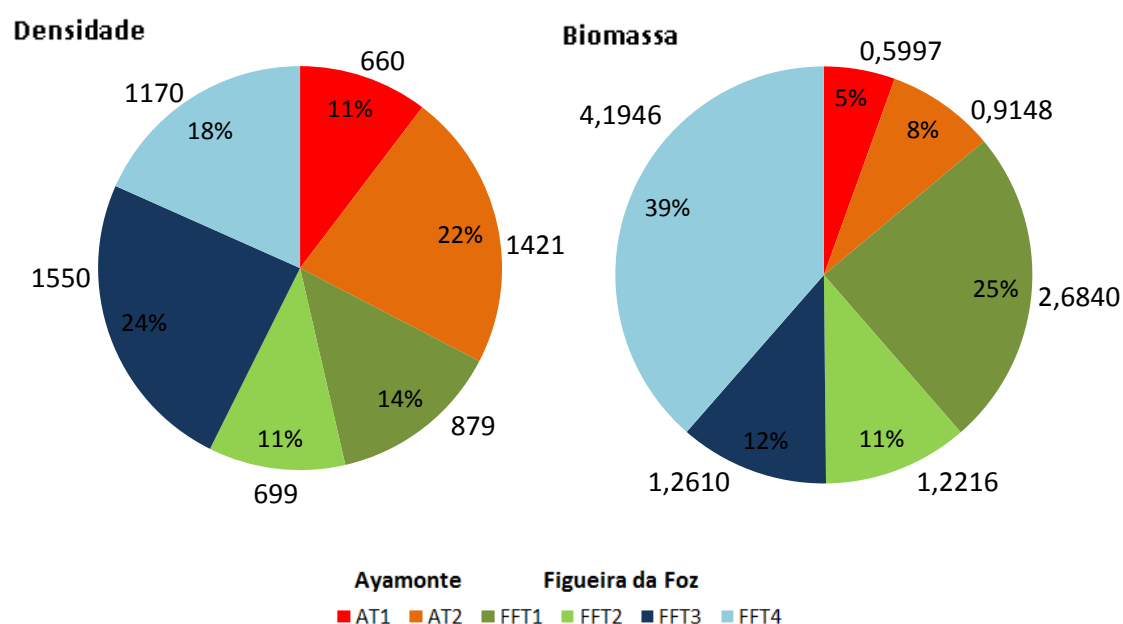


Figura 23 - Gráfico circular com a percentagem da densidade (esquerda) e biomassa (direita) de *H. diversicolor*. Dados no gráfico da densidade representam nº de indivíduos / m² e no da biomassa AFDW (g) / m² (peso seco livre de cinzas (g) / m²).

Foi verificada a existência de diferenças significativas na densidade e biomassa de *H. diversicolor*, entre tanques e zonas, e apenas a biomassa apresentou diferenças entre as pisciculturas (Tabela 10). Existiram diferenças significativas entre a densidade em todos os tanques, à exceção dos tanques FFT1 e FFT2, e FFT3 e FFT4. Entre as diferentes zonas dos tanques, existiram diferenças significativas entre A e B nos tanques AT2 e FFT4; A e C no AT1, AT2, FFT3 e FFT4; e B e C no AT1 e FFT3. Os valores de biomassa mostraram diferenças significativas entre as duas pisciculturas e entre os tanques FFT1 e FFT2, FFT1 e FFT3, FFT2 e FFT4, e FFT3 e FFT4. Na comparação entre zonas, a biomassa variou entre A e B no tanque AT2; e A e C no AT2 e FFT4.

A densidade (Figura 24) nos tanques AT1 e FFT2 apresentou uma distinção dos restantes, onde os primeiros exibiram valores mais baixos. A biomassa demonstrou uma diferenciação entre todos os tanques, à exceção do FFT2 e FFT3. Os tanques AT1, FFT2 e FFT3 apresentaram os valores mais baixos e o tanque FFT4 os mais elevados.

Tabela 10 - Resultado da análise estatística PERMANOVA e teste pairwise para a densidade e biomassa de *H. diversicolor* (* p de Monte Carlo). Quando $p(\text{perm}) < 0,05$ existem diferenças significativas.

		Densidade		Biomassa	
		Pseudo-F	P(perm)	Pseudo-F	P(perm)
Piscicultura		1,3863	0,2472	51,615	0,0001
Tanque (Piscicultura)		14,883	0,0001	5,3391	0,0001
Zona (Tanque (Piscicultura))		3,9444	0,0002	2,6902	0,0001
		t	P(perm)	t	P(perm)
Ayamonte, Figueira da Foz		1,1774	0,2371	7,1844	0,0001
AT1,AT2		5,7184	0,0001	1,2363	0,2094
FFT1,FFT2		0,8852	0,3856	2,8569	0,0028
FFT1,FFT3		3,7024	0,001	2,9748	0,0038
FFT1,FFT4		2,4009	0,0206	1,7367	0,0833
FFT2,FFT3		4,2384	0,0003	0,53468	0,6685
FFT2,FFT4		3,1129	0,0026	4,2795	0,0001
FFT3, FFT4		1,8826	0,0686	4,7437	0,0001
AT1	A, B	1,583	0,1178	0,86685	0,4302
	A, C	3,5573	0,0012	1,311	0,185
	B, C	2,8382	0,01	0,49641	0,765
AT2	A, B	3,7802	0,0004	4,9037	0,0001
	A, C	2,4109	0,0099	3,2831	0,0002
	B, C	0,29053	0,7878	0,76596	0,5419
FFT1	A, B	1,8471	0,0976	0,36116	0,7749
	A, C	1,3461	0,2007	0,54383	0,606
	B, C	0,082127	0,9629	0,22346	0,8937
FFT2	A, B	1,0408	0,3268	0,34479	0,8338
	A, C	0,16557	0,8773	0,96995	0,3326
	B, C	1,1351	0,2751	0,72919	0,4856
FFT3	A, B	0,63583	0,5298	0,092087	0,9864
	A, C	2,8279	0,0234	0,15973	0,9555
	B, C	3,0782	0,0027	0,21815	0,9163
FFT4	A, B	2,825	0,0189	1,9448	0,0622
	A, C	4,475	0,0048	3,0554	0,0063
	B, C	1,3921	0,1909	1,3481	0,1727

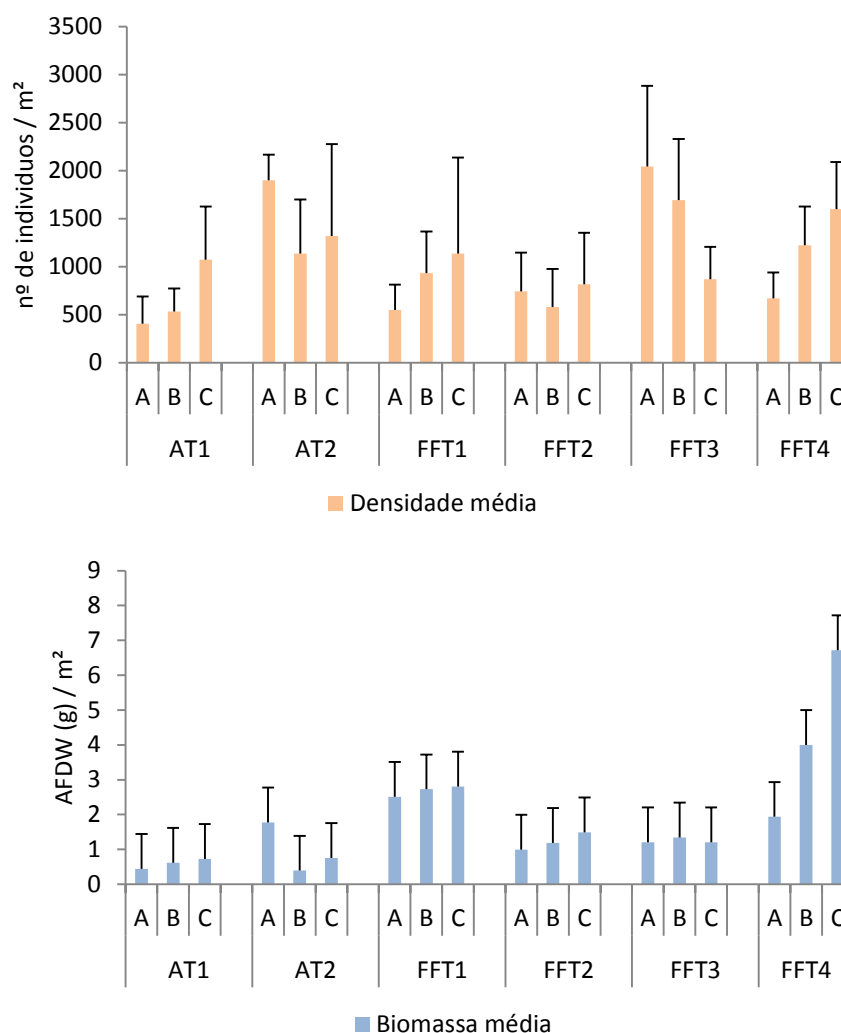


Figura 24 - Gráfico da densidade e biomassa de *H. diversicolor* nas zonas de cada tanque (AFDW – peso seco livre de cinzas).

4.6. Relação entre os parâmetros ambientais e a comunidade de poliquetas

A análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA) (Figura 25), fundamentada no modelo obtido pelo DistLM, ilustra como a comunidade de poliquetas se encontra separada pelos parâmetros ambientais que mais contribuíram para essa separação. Os dois primeiros eixos do dbRDA explicam 100% da relação observada entre a comunidade de poliquetas e as variáveis ambientais, e 55% da variabilidade total nos

dados da comunidade. A areia muito grosseira e areia grosseira, foram responsáveis pela separação de poliquetas entre as pisciculturas. A Figueira da Foz foi caracterizada por apresentar teor de areia muito grosseira e grosseira baixo, ao contrário de Ayamonte.

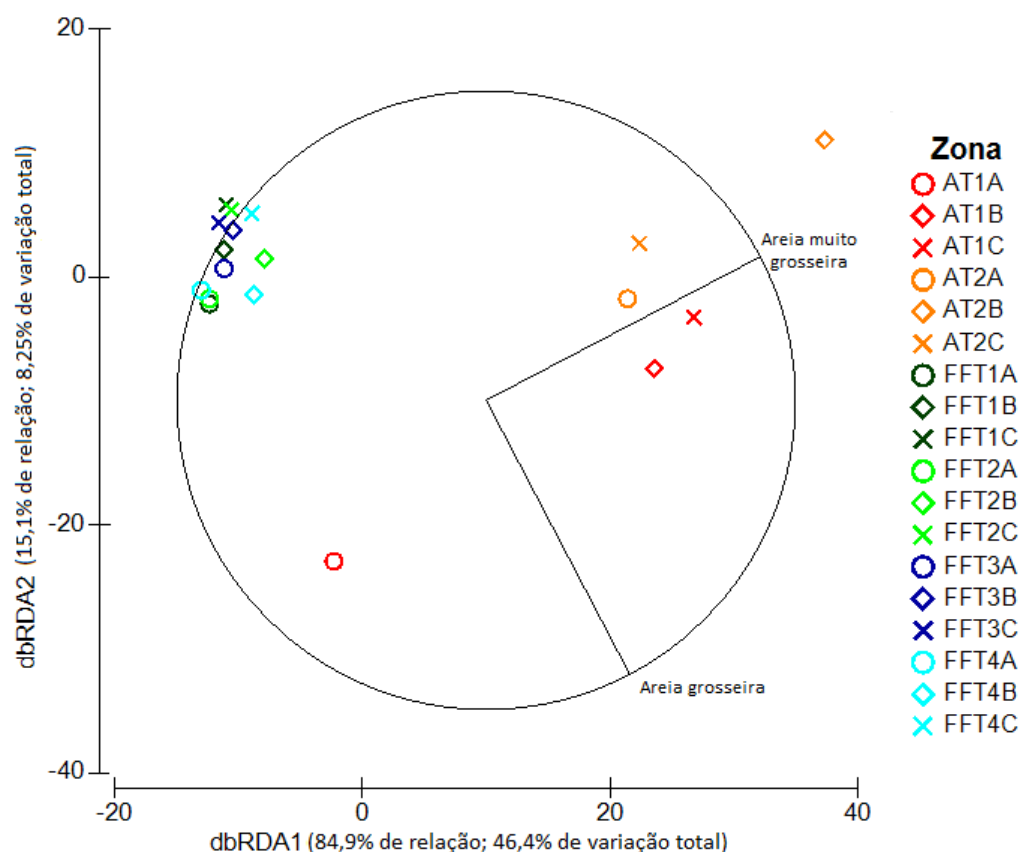


Figura 25 - Diagrama de ordenação obtido por análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA), relacionando os parâmetros ambientais com a comunidade de poliquetas nas pisciculturas.

5. Discussão

5.1. Parâmetros ambientais

Observou-se nas duas pisciculturas diferenças de temperatura nos primeiros 5 cm de sedimento. Em Ayamonte a temperatura foi mais elevada do que na Figueira da Foz. Isto pode dever-se às diferenças latitudinais e ao facto das mostragens terem sido realizada em dias diferentes. As diferenças de temperatura nos primeiros 5 cm de sedimento entre tanques da mesma piscicultura pode dever-se ao facto da amostragem ter sido realizada consecutivamente e não em simultâneo em todos os tanques e, desse modo, haver um maior ou menor tempo de exposição à radiação solar ao longo do dia.

A granulometria é um dos fatores que condiciona a distribuição da comunidade macrobentónica (Warwick *et al.*, 1991) sendo, por isso, um fator fundamental na ecologia do bentos. No presente estudo verificou-se uma variação da granulometria em função das pisciculturas. Ayamonte foi caracterizada por areia muito grosseira, grosseira e média, o que contrasta com o estudo anterior de Ruiz *et al.* (1997), onde afirmam que o subsistema Carreras do estuário do Guadiana é composto por partículas finas. A piscicultura da Figueira da Foz foi composta por areia muito fina, silte, o que vai de acordo com Adão *et al.* (2009), que afirma que a zona do estuário do Mondego, mais perto da piscicultura, é maioritariamente composto por areia fina.

A matéria orgânica é uma variável ambiental referida em diversos estudos como sendo um fator fundamental na distribuição das espécies. Este facto deve-se a ser uma fonte de requisitos nutricionais e de energia para algumas espécies. A distribuição da matéria orgânica encontrou-se, em geral, positivamente correlacionada com a fração de silte devido à semelhança na velocidade de sedimentação das respectivas partículas (Sousa, 2003). Por conseguinte, foi mais elevada na piscicultura da Figueira da Foz.

A variação da concentração de matéria orgânica presente no sedimento é o principal factor para a variação do pH das águas intersticiais (Kristensen *et al.*, 2008). A oxidação da matéria orgânica e minerais oxidáveis provoca a libertação de iões H^+ , que diminuem o pH, tornando-o levemente ácido (Marchand *et al.*, 2004). Assim, a matéria

orgânica está correlacionada negativamente com o pH, corroborando os resultados obtidos.

5.2. Análise de diversidade

Os índices ecológicos são usados para fornecer informações concisas sobre o estado dos ecossistemas (Salas, 2006). Estes revelam as condições e tendências que ajudam no planejamento do desenvolvimento e tomada de decisões (Unluata, 1999). O principal atributo de um índice ecológico é combinar vários fatores num único valor, que pode ser útil em termos de gestão e conceitos ecológicos (Salas, 2006).

Os dados utilizados são apenas da classe polychaeta, pelo que os índices apresentam valores muito mais reduzidos do que se os dados estudados fossem de toda a comunidade de macroinvertebrados existentes. Assim, é de notar que a interpretação dos índices de diversidade apenas é representativa para esta classe, e não para avaliação do estado ecológico do ecossistema.

A riqueza específica de Margalef e o índice de diversidade de Simpson indicaram que as duas pisciculturas e todos os tanques apresentaram baixa biodiversidade, sendo que o tanque AT2 foi o mais pobre. Isto ocorre provavelmente devido à predação (Santos, 2000), no entanto segundo Bellan-Santini (1980) valores da riqueza de Margalef inferiores a 2,05 indicam áreas poluídas, pelo que a baixa diversidade também pode dever-se à poluição de todos os tanques.

De acordo com Ludwig & Reynolds (1988), o índice de equitabilidade de Pielou indica o grau de distribuição dos indivíduos no seu habitat, e resultados acima de 0,5 indicam uma distribuição uniforme entre as espécies. Assim, a piscicultura da Figueira da Foz apresentou uma distribuição uniforme, em oposição da piscicultura de Ayamonte.

Os valores do índice de Shannon-Wiener estão entre 0 e 5 nits. ind⁻¹ (Margalef, 1978). Segundo Molvaer *et al.* (1997), existe uma relação entre o índice de Shannon-Wiener e a qualidade ecológica, sendo que valores entre 0 e 1 revelam um estado mau, entre 1 e 2 pobre, 2 e 3 moderado, 3 e 4 bom e entre 4 e 5 alto estado. Em geral, as pisciculturas estavam em pobre qualidade ecológica, assim como os tanques nelas inseridos à exceção do tanque AT2 que apresentou mau estado ecológico.

O mau estado ecológico dos tanques pode ser explicado pela acumulação de matéria orgânica, resultante da entrada de água nos tanques que aí desacelera, do excesso de ração introduzida e das fezes e excreções dos peixes. Também pode ser esclarecido por os índices realizados apenas terem em conta a classe Polychaeta e não todos os macroinvertebrados presentes nos tanques.

5.3. Grupos funcionais

A distribuição dos grupos funcionais nas pisciculturas e em todos os tanques foi estatisticamente significativa, e esteve ligado às características do sedimento. Os poliquetas detritívoros foram o grupo funcional de maior densidade em todos os tanques, seguido dos filtradores, omnívoros e quimiossintéticos.

Os poliquetas detritívoros obtêm os requisitos nutricionais através da fração orgânica do sedimento ingerido (Pardo & Dauer, 2003). Esta inclui grande variedade de partículas alimentares como grãos minerais, detritos, diatomáceas, protozoários e metazoários (Pardo & Dauer, 2003). Vários autores, assim como Whitlatch (1980), relataram a habilidade de selecionar o tamanho de partículas mais finas, onde existe maior teor de matéria orgânica. A maior percentagem de sedimento fino encontrou-se na piscicultura da Figueira da Foz, no entanto, a percentagem de matéria orgânica teve a mesma ordem de grandeza em ambas as pisciculturas. Posto isto, a densidade dos

detritívoros foi elevada em todos os tanques estudados à exceção do FFT4 da Figueira da Foz.

Os poliquetas filtradores, de um modo geral, são mais abundantes em locais de alta energia expostos à ação das ondas ou correntes fortes (Gray, 1981). Em zonas com baixa energia, onde o material em suspensão também está presente, os filtradores são, provavelmente, perturbados pela sedimentação de partículas finas ou pela ressuspensão dos sedimentos (Gray, 1981). A dominância dos filtradores nos locais em estudo é explicada pelas considerações acima e também, por esta área estar sob a influência da entrada orgânica das águas dos estuários que provavelmente enriquece a coluna de água. Este grupo funcional esteve presente em todos os tanques, no entanto, a sua densidade foi maior nos tanques FFT1 e FFT3 da Figueira da Foz. Isto pode dever-se à percentagem de matéria orgânica ser menor nestes tanques na Figueira da Foz, evitando assim a colmatção do seu aparelho de filtração.

Os poliquetas omnívoros consomem matéria vegetal, animal e detritos (Fauchald and Jumars, 1979). Contudo, muitos omnívoros são oportunistas e têm a capacidade de alterar a dieta dependendo da sua disponibilidade, equilibrando-a com as suas necessidades nutricionais, qualidade e disponibilidade de alimento (Agrawal & Klein, 2000). Segundo Surugiu (2005), a alta presença de espécies omnívoras pode indicar um ambiente que está em processo transitório de poluição. Este grupo funcional apresentou maior densidade no tanque FFT3 da Figueira da Foz possivelmente porque se especializou como filtrador ou detritívoro, que são os grupos funcionais com maior densidade.

Os poliquetas quimiossintéticos, normalmente, habitam no fundo do oceano, em ambientes que favorecem reacções químicas de redução como fontes hidrotermais, fontes frias, carcaças de mamíferos e madeira submersa (Baker *et al.*, 2010). Devido às condições extremas destes habitats apenas algumas espécies com adaptações fisiológicas e ecológicas específicas os podem colonizar (Hilário, 2014). A família Siboglinidae, a única a representar este grupo trófico, não possui nenhum órgão digestivo, no entanto tem um compartimento onde alojam bactérias que lhes fornecem o alimento necessário para crescerem e se reproduzirem (Cavanaugh *et al.*, 1981). Estas bactérias produzem matéria

orgânica através da oxidação de substâncias minerais como o sulfureto de enxofre e metano (Hilário, 2014). Para além da quimiossíntese, estes habitats são espacialmente isolados e temporariamente instáveis (Hilário, 2014). Este grupo funcional apresentou alta densidade no tanque FFT4 da Figueira da Foz, provavelmente devido ao facto de ser o tanque que apresenta maior percentagem de matéria orgânica, criando um micro-habitat semelhante ao das carcaças de mamíferos.

Os poliquetas omnívoros, para além de terem grande peso na densidade, foram o grupo funcional com maior biomassa em todos os tanques, visto que as duas espécies que o compõe (*D. neapolitana* e *H. diversicolor*) serem as maiores espécies encontradas nas amostras estudadas. Os detritívoros registaram também no tanque FFT2 da Figueira da Foz grande biomassa, provavelmente por ser um dos grupos com maior número de espécies. Os quimiossintéticos, no tanque FFT4 da Figueira da Foz acompanharam os omnívoros no valor de biomassa. Apesar de serem indivíduos de dimensões reduzidas, para obter os valores de biomassa, foram pesados os poliquetas juntamente com os tubos, que incrementam muito a biomassa.

Todos os tanques exibem diferenças na densidade entre eles, podendo ser agrupados em três grupos distintos: AT1 e AT2; FFT1 e FFT2; FFT3 e FFT4. O primeiro grupo diferiu dos restantes devido aos filtradores e detritívoros que estavam em maior quantidade na Figueira da Foz, e o segundo grupo diferiu do último devido aos quimiossintéticos, mais presentes no FFT4, filtradores e carnívoros. Este agrupamento também pode, provavelmente, ser devido às diferenças latitudinais e das espécies de peixe produzidas em cada tanque.

Entre as zonas de cada tanque era de esperar diferenças entre a zona A e a C, pois na zona A dá-se a entrada de água dos estuários que são ricas em nutrientes. No entanto não foi encontrado o padrão esperado.

5.4. Comunidade de poliquetas

As espécies de peixes produzidas nas pisciculturas estudadas foram o robalo, a dourada e o linguado. Cada uma destas espécies tem preferências alimentares diferentes, no entanto os poliquetas são um grupo predado por todas elas (Wassef & Eisawy, 1985; Andrade *et al.*, 1996; Martinho, 2005). Os poliquetas de predileção da dourada são a *D. neapolitana*, *C. capitata* e *H. diversicolor* (Wassef & Eisawy, 1985; Andrade *et al.*, 1996). O robalo, assim como a dourada, alimentam-se de *H. diversicolor* e *C. capitata* e ainda de *A. romijni* (Martinho, 2005). Por fim, o linguado apenas prefere o *H. diversicolor* (Stevens *et al.*, *Unpublished manuscript*).

Os poliquetas que ocorreram em mais de 50% dos locais amostrados, *A. romijni*, *A. marioni*, *H. diversicolor*, *P. ciliata* e Siboglinidae, destacaram-se como os principais organismos da comunidade. A dominância destes taxa é corroborada por trabalhos anteriores nestes locais (Chainho *et al.*, 2006; Conde *et al.*, 2013), à exceção da família Siboglinidae.

O parâmetro ambiental que mais influência a diferença entre as pisciculturas foi a granulometria do sedimento, mais concretamente os teores de areia grosseira e muito grosseira. Os poliquetas que as distinguem, em relação ao número de taxa, densidade e biomassa, têm preferência por grãos de sedimento mais finos (WoRMS, 2016). Assim, estes estiveram mais presentes na piscicultura da Figueira da Foz, à exceção da *A. romijni* que apresentou maiores valores em Ayamonte mesmo na ausência de granulometria mais favorável à sua colonização.

Na piscicultura de Ayamonte, no tanque AT1 existiam mais taxa do que no AT2, provavelmente devido ao tamanho do último tanque ser superior e poder criar microhabitat. O tanque AT1 apresentou maior densidade de *A. romijni* e o AT2 de *H. diversicolor*. Isto pode dever-se à predação do robalo, uma vez que não existe *C. capitata* no AT1, este deve alimentar-se mais de *H. diversicolor* juntamente com o linguado. No tanque AT2 já existe *C. capitata* e o robalo deve consumir esta e *A. romijni*. A biomassa, apresentou valores maiores para *H. diversicolor* nos dois tanques, o que vai de acordo

com a densidade no AT2. No AT1, os valores elevados de biomassa de *H. diversicolor* são explicados por apresentarem maiores dimensões neste tanque.

Na Figueira da Foz, o número de taxa foi mais uniforme, no entanto o mesmo não se refletiu na densidade. Esta heterogeneidade pode ser explicada pela predação dos peixes existentes nos tanques. Os tanques FFT1 e FFT2 têm, aproximadamente, a mesma densidade de peixe e apenas sendo produzida dourada e linguado. Assim, é provável que no FFT1 a dourada se alimente mais de *H. diversicolor* e no FFT2 de *C. capitata*. No tanque FFT3 e FFT4 são produzidos linguado, dourada e o robalo, sendo a densidade de peixe maior do que nos tanques anteriores. No FFT3 é provável que o robalo e a dourada se alimentem mais de *C. capitata* e no FFT4 a predação deve ser distribuída por todas as presas. A biomassa não demonstrou uma relação direta com a densidade porém, os taxa com maior biomassa foram os de maiores dimensões: *H. diversicolor* e *H. filiformis*, à exceção do Siboglinidae (facto que pode ser explicado por este taxon ter sido pesado com os tubos o que aumenta consideravelmente a biomassa, tal como referido anteriormente).

De um modo geral, o número de taxa e a densidade podem ser agrupados em três grupos distintos: a piscicultura de Ayamonte, os tanques FFT1 e FFT2 da Figueira da Foz e os tanques FFT3 e FFT4 da mesma piscicultura. A biomassa agrupa os tanques em dois grupos distintos, o AT1 e AT2, ou seja, a piscicultura de Ayamonte e todos os tanques da Figueira da Foz. Isto acontece devido às diferenças latitudinais, tamanho dos tanques, densidade de peixe e os peixes produzidos.

Relativamente às zonas dos tanques, tanto para o número de taxa, densidade e biomassa não existiu um padrão de diferenças significativas. No entanto, para os tanques AT2, FFT1, FFT2 e FFT3 a densidade e biomassa foram maiores na zona de entrada e menores no meio do tanque e saída, devido à zona de entrada ser mais rica em nutrientes. O mesmo não se observou nos tanques AT1 e FFT4, onde a densidade e biomassa são mais elevadas na zona de saída. Para o número de taxa não foi possível estabelecer qualquer padrão.

5.5. *Hediste diversicolor*

A espécie *H. diversicolor* é omnívora, podendo alimentar-se de pequenas partículas que se depositam na superfície do sedimento (Riisgård & Larsen, 2010), libertar uma rede de muco na galeria onde habita e capturar fitoplâncton em suspensão (Vedel & Riisgård, 1993), ingerir pequenas quantidades de algas (Hughes *et al.* 2000) e por fim preda diferentes espécies da fauna bentónica (Rönn *et al.* 1988). A seleção dos hábitos alimentares parece estar relacionada com a disponibilidade e qualidade de alimento e presença ou ausência de predadores (Esselink & Zwarts, 1989).

Estes indivíduos apresentam grande tolerância fisiológica a variações extremas de fatores ambientais, podendo habitar em diferentes tipos de sedimentos e sob condições de *stress* (Scaps, 2002). Segundo Vinagre & Cabral (2008) esta espécie é o principal poliqueta predado pelo linguado, pelo que a sua análise individual é muito relevante para o presente estudo.

Os valores de densidade estavam de acordo com o estudo de Durou *et al.* (2008) onde esta espécie varia entre 35 e 3700 indivíduos/m². Os indivíduos de Ayamonte tiveram dimensões mais reduzidas do que os da Figueira da Foz. Em Ayamonte, nos dois tanques *H. diversicolor* apresentou tamanhos médios semelhantes, sendo que na Figueira da Foz nos tanques FFT2 e FFT3 foram mais pequenos e no FFT1 e FFT4 foram maiores.

O tamanho dos indivíduos pode ser, devido ao facto, do linguado ser seletivo no tamanho das presas, escolhendo tamanhos maiores (Stevens *et al.*, *Unpublished manuscript*). Isto explica o tamanho do *H. diversicolor* nos tanques AT1, AT2, FFT2 e FFT3. No entanto, não esclarece os tanques FFT1 e FFT4. *Hediste diversicolor* é vulnerável à predação de espécies pelágicas quando está presente na coluna de água (Stevens *et al.*, *Unpublished manuscript*), pelo que nos tanques onde são encontrados com maiores dimensões devem ter adaptado os seus hábitos alimentares para privilegiar a filtração, não necessitando de abandonar as suas galerias.

Segundo Carvalho *et al.* (2007) esta espécie reduz a matéria orgânica, pelo que sua densidade devia aumentar e a matéria orgânica reduzir e consequentemente, diminuir a

densidade de *H. diversicolor* e a matéria orgânica aumentar. No entanto, não se consegue observar esta relação.

6. Conclusão

O estudo desenvolvido nesta dissertação contribui para aumentar o estado atual do conhecimento sobre a comunidade de poliquetas existentes em pisciculturas a operar em tanques de terra em regime semi-intensivo e a sua relação com os principais gradientes ambientais que condicionam a sua distribuição e com a produção de robalo, dourada e linguado.

A caracterização ambiental do sedimento das pisciculturas identificou as variáveis percentagem de matéria orgânica e granulometria como diferentes estatisticamente entre as pisciculturas, sendo semelhantes entre tanques.

A análise da composição taxonómica de poliquetas evidenciou *A. romijni*, *A. marioni*, *H. diversicolor*, *P. ciliata* e Siboglinidae como os principais organismos da comunidade. Entre as duas pisciculturas estudadas e os tanques nelas inseridos existiram diferenças significativas tanto para o número de taxa, densidade e biomassa. A granulometria, mais propriamente a areia grosseira e muito grosseira, revelaram-se determinantes na diferenciação da comunidade de poliquetas. No entanto, foi possível verificar que o poliqueta com maior densidade e biomassa nas duas pisciculturas foi *H. diversicolor*, devido à sua grande tolerância fisiológica a variações extremas de fatores ambientais.

A densidade dos taxa existentes nas pisciculturas está também relacionada com as espécies de peixe produzidas e a sua densidade. Visto que os tanques não apresentaram as mesmas espécies de peixes e estas tem preferências alimentares diferentes, à exceção de *H. diversicolor*, a predação de diferentes taxa de poliquetas varia, e consequentemente a sua densidade. A biomassa dos taxa de poliquetas existentes está também condicionada pelas espécies de peixes existentes, uma vez que o linguado apresenta uma preferência por *H. diversicolor* de maiores dimensões. A densidade de peixes, assim como as espécies que existem nos tanques das pisciculturas regula a densidade e biomassa da comunidade de poliquetas.

7. Bibliografia

- Adão, H., Alves, A. S., Patrício, J., Neto, J. M., Costa, M. J. & Marques, J. C. 2009. Spatial distribution of subtidal Nematoda communities along the salinity gradient in southern European estuaries. *acta oecologica* 3 5: 287 – 300.
- Agrawal, A. A. & Klein, C. N. 2000. What omnivores eat: direct effects of induced plant resistance on herbivores and indirect consequences for diet selection by omnivores. *Journal of Animal Ecology*, 69, 525-535.
- Andrade, J. P., Erzini, K. & Palma, J. 1996. Gastric evacuation and feeding in the gilthead sea bream reared under semi-intensive conditions. *Aquaculture International* 4, 129 – 141.
- Anguis, V. & Cañavate, J.P. 2005. Spawning of captive Senegal sole (*Solea senegalensis*) under a naturally fluctuating temperature regime. *Aquaculture*. 243: 133-145.
- APA. 2014. Aquacultura em Portugal. [Consult. 17 Setembro 2016]. Disponível em: <http://oceano21.inegi.up.pt/userfiles/file/Eventos/2014/FEVEREIRO2014/MissaoChile/APA.pdf>.
- APROMAR. 2015. La Acuicultura en España 2015.
- APROMAR. 2016. La Acuicultura en España 2016.
- Arias, A. M. & Drake P. 1990. Estados juveniles de la ictiofauna en los caños de las salinas de la bahia de Cadiz. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Cádiz, Espanha: 163.
- Baker, M. C., Ramirez-Llodra, E. Z., Tyler, P. A., German, C. R., Boetius, A., Cordes, E. E., Dubilier, N., Fisher, C. R., Levin, L. A., Metaxas, A., Rowden, A. A., Santos, R. S., Shank, T. M., Van Dover, C. L., Young, C. M. & Warén, A. 2010. “Biogeography, ecology, and vulnerability of chemosynthetic ecosystems in the deep sea”. In: *Life in the World’s Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance*. Ed. A. McIntyre. WileyBlackwell, Oxford, U.K. 161-182.
- Bellan-Santini D. 1980. Relationship between populations of amphipods and pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 11, 224–227. In: Marques, J. C., Salas, F., Patrício, J., Teixeira, H. & Neto, J. M. 2009. Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment – a user guide. WIT Press.

- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I. & Corner, R. 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of the royal society B Biological Sciences*, 365: 2897-2912.
- Branco, M. A. C. 2003. Estudo da produção de linguado (*Solea senegalensis* KAUP, 1858) em tanques de terra. Trabalho apresentado ao IPIMAR no âmbito das Provas Públicas de acesso à Categoria de Investigador auxiliar da Carreira de Investigação Científica.
- Cabral, H.N. & Costa, M. J. 1999. Differential use of nursery areas within the Tagus Estuary by sympatric soles *Solea solea* and *Solea senegalensis*. *Environ. Biol. Fish*, 56: 389-397.
- Cabral, H.N., 2000. Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *Solea senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. *J. Fish Biol.* 57: 1550–1562.
- Campbell, B. & Pauly, D. 2013. Mariculture: a global analysis of production trends since 1950. *Marine Policy*, 39: 94-100.
- Carvalho, S., Barata, M., Gaspar, M. B., Pousão-Ferreira, P. & Cancela da Fonseca, L. 2007. Enrichment of aquaculture earthen ponds with *Hediste diversicolor*: Consequences for benthic dynamics and natural productivity. *Aquaculture* 262: 227–236.
- Carvalho, S., Barata, M., Pereira, F., Gaspar, M. B., Cancela da Fonseca, L. & Ferreira, P. P. 2006. Distribution patterns of macrobenthic species in relation to organic enrichment within aquaculture earthen ponds. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1573–1584.
- Castelo Branco, M. A., Arruda, M. A. & Gamito, S. 2010. Feeding habits of *Solea senegalensis* in earthen ponds in Sado estuary. *Journal of Sea Research* 64: 446–450.
- Castelo Branco, M.A. 2004. Estudo da produção de linguado (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) em tanques de terra. Tese científica para acesso à categoria de Investigador Auxiliar, Ipimar, Portugal.

- Cavanaugh, C. M., Gardiner, S.L., Jones, M. L., Jannasch, H. W. & Waterbury, J. B. 1981. Prokaryotic cells in the hydrothermal vent tube worm Riftia pachyptila Jones - Possible chemoautotrophic symbionts. Science 213, 340-342.
- Chainho, P., Costa, J. L., Chaves, M.L., Lane, M.F., Dauer, D.M. & Costa, M.J. 2006. Seasonal and spatial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River, Portugal – a poikilohaline estuary. Hydrobiologia 555: 59-74.
- Conde, A., Novais, J. M. & Domínguez, J. 2013. Characterization of an estuarine environment by means of an index based on intertidal macrofauna. Marine Pollution Bulletin (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.024>.
- DGRM. 2015. Plano estratégico para a aquicultura portuguesa 2014 – 2020. Ministério da agricultura e do mar. Governo de Portugal.
- Dinis, M. T.; Reis, J. & Arrobas, I. 1996. Evaluation of the farming potential for *Solea senegalensis* Kaup, a new species for aquaculture in the Mediterranean area. In: Branco, M. A. C. 2003. Estudo da produção de linguado (*Solea senegalensis* KAUP, 1858) em tanques de terra. Trabalho apresentado ao IPIMAR no âmbito das Provas Públicas de acesso à Categoria de Investigador auxiliar da Carreira de Investigação Científica.
- Dinis, M.T., Ribeiro, L., Soares, F. & Sarasquete, C. 1999. A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. Aquaculture 176: 27–38.
- Doeglas, D. J. 1968. Grain-size indices, classification and environment. Sedimentology, 10: 83-100.
- Durou, C., Mouneyrac, C., Amiad-Triquet, C. 2008. Environmental quality assessment in estuarine ecosystems: Use of biometric measurements and fecundity of the ragworm *Nereis diversicolor* (Polychaeta, Nereididae). Water Research. 42, 2157-2165.
- Esselink, P. & Zwarts, L. 1989. Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*. Marine Ecology Progress Series, 56: 243-254.
- FAO. 2005. Visión general del sector acuícola nacional – España. [Consult. 17 Setembro 2016]. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_spain/es.

- FAO. 2012. The State of the World fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture, Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture, Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. 2016. The State of the World fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture, Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fauchald, K. & P. A. Jumars, 1979. The diet of worms: a study of the polychaete feeding guilds. *Oceanography and marine biology - Annual Review* 17: 193–284.
- Fauvel, P. 1923. Polychetes errantes. *Faune de France*, ed. Lechevalier, Paris.
- Fauvel, P. 1927. Polychetes sedentaires. *Faune de France*, ed. Lechevalier, Paris.
- Ferreira, H., A. Ramalho Ribeiro, J. Dias, M. Yúfera, A. M. Arias, M. Falcão, D. Serpa, T. Aires, P. Pousão-Ferreira & M. E. Cunha. 2010. Sustainable semi-intensive polyculture of seabream & sole in earthen ponds. *Aquaculture* 35 (3): 17 -21.
- Fishbase. *Solea senegalensis* Kaup, 1858. [Consult. 18 Setembro 2016]. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Solea-senegalensis.html>.
- Frescari, F., Matteucci, G. & Giordano, P. 2002. Evaluation of a eutrophic lagoon ecosystem from the study of bottom sediments. *Hydrobiologia* (475/476): 387–401.
- Gamito, S. 2006. Benthic ecology of semi-natural coastal lagoons, in the Ria Formosa (Southern Portugal), exposed to different water renewal regimes. *Hydrobiologia* 555: 75–87.
- Gray, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. *Cambridge Studies in Modern Biology* 2: 1-185. In: Sousa, R. G. 2003. Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes no estuário do rio Lima. Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar. Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- Hambrey, J., Edwards, P. & Belton, B. 2008. An ecosystem approach to freshwater aquaculture: a global review. In: Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J., Hishamunda & N.

- (Eds.), FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings 14-Building an Ecosystem Approach to Aquaculture. FAO, Rome, 231.
- Hilário, A. 2014. PERSPECTIVA BIOLÓGICA DO MAR PORTUGUÊS. Comunicação apresentada pela doutora Ana Hilário em 25 de Novembro.
- Hughes, R.G., Lloyd, D. & Emson, D. 2000. The effect of the polychaete *Nereis diversicolor* on the distribution and transplanting success of *Zostera noltii*. Helgoland Marine Research, 54:129-136.
- Imsland, A.K., Foss, A., Conceição, L.E., Dinis, M.T., Delbare, D., Schram, E., Kamstra, A., Rema, P. & White, P. 2003. A review of the culture potential of *Solea Solea* and *S. senegalensis*. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 13: 379-407.
- INE, 2015. Estatísticas da pesca 2014. Lisboa.
- INE, 2016. Estatísticas da pesca 2015. Lisboa.
- Karakassis, I. & Hatziyanni, E., 2000. Benthic disturbance due to fish farming analyzed under different levels of taxonomic resolution. Marine Ecology Progress Series 203: 247–253.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.-N. & Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. ICES Journal of Marine Science 57: 1462–1471.
- Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T. & Marchand, C. 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. Aquatic Botany: 201-219.
- Koutsikopoulos, C.; Desaunay, Y.; Dorel, D. & Marchand, J. 1989 The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay. Scientia Marina: 53: 567-575.
- Lazard, J., Baruthio, A., Mathe, S., Rey-Valette, H., Chia, E., Clement, O., Aubin, J., Morissens, P., Mikolasek, O., Legendre, M., Levang, P., Blancheton, J. P. & Rene, F. 2010. Aquaculture system diversity and sustainable development: fish farms and their representation. Aquatic Living Resources 23: 187-198.
- Ludwig, J.A. & J.F Reynolds. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley e Sons, INC. 338.
- Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd.

- Marchand, C., Baltzer, F., Lallier-Verges, E. & Albéric, P. 2004. Pore-water chemistry in mangrove sediments: relationship with species composition and developmental stages (French Guiana). *Marine Geology*, (208): 361-381.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 36-71.
- Margalef, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologica Acta* 1 : 493-509.
- Martinho, F. M. D. 2005. O estuário do Mondego como viveiro para a ictiofauna: Ecologia dos juvenis de *Dicentrarchus labrax*, *Platichthys flesus* e *Solea solea*. Departamento de Zoologia – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra. Dissertação de mestrado.
- Mestre, P. M. G. 2008. Elaboração de um projecto de uma unidade de piscicultura. Dissertação de mestrado em medicina veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária.
- Molvaer, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Classification of environmental quality in fjords and coastal waters: a guide. Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) publication 97:03. Oslo, Norway. 36 pp. in Norwegian. In: Marques, J. C., Salas, F., Patrício, J., Teixeira, H. & Neto, J. M. 2009. Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment – a user guide. WIT Press.
- Ortega, I. C. 2012. Comportamiento reproductivo y fisiología del lenguado senegalés, (*Solea senegalensis*) en cautividad. Programa de Doctorado en Fisiología. Facultad de Biología – Universidad de Barcelona. 326.
- Ottinger, M., Clauss, K. & Kuenzer, C. 2016. Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments - A review. *Ocean & Coastal Management*, 119: 244-266.
- Pardo, E. V. & Dauer, D. M. 2003. Particle size selection in individuals from epifaunal versus infaunal populations of the nereidid polychaete *Neanthes sucinea* (Polychaeta: Nereididae). *Hydrobiologia* 496: 355-360.
- Rahman, M.M., Varga, I. & S.N. 1992. Chowdhury. Manual on polyculture and integrated fish farming in Bangladesh. Institutional strengthening in the fisheries sector Bangladesh.

- Riisgård, H., Larsen, P. 2010. Particle capture mechanisms in suspension feeding invertebrates – Review. *Marine Ecology Progress Series*. 418, 255-293.
- Rönn, C., Bonsdorf, E. & Nelson, W. 1988. Predation as a mechanism of interference within infauna in shallow brackish water soft bottoms; experiments with an infauna predator, *Nereis diversicolor* O.F.Müller. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 116: 143-157.
- Rouse, G. 2001. A cladistic analysis of Siboglinidae Caullery, 1914 (Polychaeta, Annelida): formerly the phyla Pogonophora and Vestimentifera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 132: 55-80.
- Ruiz, F., González-Regalado, M. L. & Morales, J. A. 1997. Ecología de ostracodos en medios estuarinos: el subsistema carreras (rio guadiana, so de españa). *Estudios Geológicos*, 53: 249-262.
- Salas, F., Patrício, J. & Marques, J. C. 2006. Ecological indicators in costal and estuarine environmental quality assesement – A user friendly guidefor practitioners. *Imprensa da Universidade de Coimbra*.
- Santos, M.C.F. 2000. Diversidade ecológica da ictiofauna acompanhante nas pescarias de camarões em Tamandaré (Pernambuco – Brasil). *Boletim Técnico-Científico do CEPENE, Tamandaré*, 8 (1):165-183.
- Scaps, P. 2002. A review of the biology, ecology and potential use of the common ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida: Polychaeta). *Hydrobiology*, 470: 203-218.
- Shannon, C. & Weaver, W. 1964. The mathematical theory of communication. The university of Illinois press, Urbana.
- Sousa, R. G. 2003. Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos presentes no estuário do rio Lima. Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar. Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- Stevens, M., Maes, J. & Ollevier, F. Taking potluck: trophic guild structure and feeding strategy of an intertidal fish assemblage. Unpublished manuscript.

- Surugiu, V. 2005. The use of polychaetes as indicators of eutrophication and organic enrichment of coastal waters: a study case – romanian black sea coast. *Analele științifice ale universității “Al.I. Cuza” Iași, s. Biologie animală*, Tom LI.
- Unluata, U. 1999. The indicators issue and associated ioc interests and efforts. In: UNESCO. 2000. Ad Hoc Benthic Indicator Group- Results of Initial Planning Meeting. Intergovernmental Oceanographic Commission technical series, 57: 10-13.
- Vedel, A. & Riisgård, H. 1993. Filter-feeding in the polychaete *Nereis diversicolor*: growth and bioenergetics. *Marine Ecology Progress Series*. 100, 145-152.
- Villanueva, J. L. R. & J. B. P. Alonso. 2014. Cultivo del lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) . Madrid, Fundación OESA.
- Vinagre, C. & Cabral, H.N. 2008. Prey consumption by the juvenile soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, in the Tagus estuary, Portugal Estuarine, Coastal and Shelf Science 78: 45-50.
- Warwick, R. M., Goss-Custard, J. D., Kirby, R., George, C. L., Pope, N. D. & Rowden, A. A. 1991. Static and dynamic environmental factors determining the community structure of estuarine macrobenthos in SW Britain: why is the Severn estuary different? *Journal of Applied Ecology* 28: 329-345.
- Wassef, E. & Eisawy, A. 1985. Food and feeding habits of wild and reared gilthead bream *Sparus aurata* L. *Cybiurn*, 9 (3): 233 – 242.
- Whitlatch, R. B., 1980. Patterns of resource utilization and coexistence in marine intertidal deposit-feeding communities. *Journal of Marine Research* 38: 743–765. In: Pardo, E. V. & Dauer, D. M. 2003. Particle size selection in individuals from epifaunal versus infaunal populations of the nereidid polychaete *Neanthes sucinea* (Polychaeta: Nereididae). *Hydrobiologia* 496:355-360.
- World Bank. 2006. Aquaculture: Changing the Face of the Waters Meeting the Promise and Challenge of Sustainable Aquaculture. The World Bank, Washington: 138.
- WoRMS Editorial Board. 2016. World Register of Marine Species. [Consult. 15 Agosto 2016] Disponível em <http://www.marinespecies.org>.

ANEXOS

ANEXO I – Contribuição da densidade dos grupos funcionais para a similaridade (cinzento escuro) e dissimilaridade (cinzento claro) entre os tanques, obtida através do teste SIMPER.

		Ayamonte		Figueira da Foz				
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4	
Ayamonte	AT1	Omnívoros (37%) Detritívoros (37%)						
	AT2	Detritívoros (45%) Filtradores (25%)	Omnívoros (69%)					
Figueira da Foz	FFT1			Detritívoros (37%) Omnívoros (37%)				
	Filtradores (38%) Quimiossintéticos (32%)			Detritívoros (44%) Omnívoros (35%)				
	FFT2			Filtradores (31%) Carnívoros (27%)	Quimiossintéticos (39%) Filtradores (24%)	Detritívoros (23%) Omnívoros (23%) Filtradores (23%)		
	FFT3			Quimiossintéticos (50%)	Quimiossintéticos (65%)	Carnívoros (39%) Quimiossintéticos (23%)		

ANEXO II – Contribuição da biomassa dos grupos funcionais para a similaridade (cinzento escuro) e dissimilaridade (cinzento claro) entre os tanques, obtida através do teste SIMPER.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Ayamonte	AT1	Omnívoros (81%)					
	AT2	Omnívoros (69%)	Omnívoros (98%)				
Figueira da Foz	FFT1			Omnívoros (87%)			
	FFT2			Detritívoros (46%) Omnívoros (44%)			
	FFT3			Omnívoros (31%) Detritívoros (22%)	Detritívoros (27%) Carnívoros (24%)	Omnívoros (42%) Quimiossintéticos (20%)	
	FFT4			Quimiossintéticos (51%)	Quimiossintéticos (41%) Omnívoros (31%)	Omnívoros (33%) Quimiossintéticos (31%)	Omnívoros (57%)

ANEXO III – Lista de poliquetas observados nos tanques.

Subclasse	Ordem	Família	Gênero	Espécie
Sedentaria	Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella</i>	<i>Capitella capitata</i>
			<i>Heteromastus</i>	<i>Heteromastus filiformis</i>
	Sabellida	Fabriciidae	<i>Fabricia</i>	<i>Fabricia stellaris</i>
		Siboglinidae		
	Spionida	Spionidae	<i>Polydora</i>	<i>Polydora ciliata</i>
			<i>Prionospio</i>	
			<i>Streblospio</i>	<i>Streblospio benedicti</i>
	Terebellida	Ampharetidae	<i>Alkmaria</i>	<i>Alkmaria romijni</i>
		Cirratulidae	<i>Aphelochaeta</i>	<i>Aphelochaeta marioni</i>
		Pectinariidae	<i>Lagis</i>	<i>Lagis koreni</i>
Errantia	Eunicida	Onuphidae	<i>Diopatra</i>	<i>Diopatra neopolitana</i>
	Phyllodocida	Glyceridae	<i>Glycera</i>	<i>Glycera tridactyla</i>
		Nephtyidae	<i>Nephtys</i>	<i>Nephtys hombergii</i>
		Nereididae	<i>Hediste</i>	<i>Hediste diversicolor</i>
		Phyllodocidae	<i>Mysta</i>	<i>Mysta picta</i>
		Polynoidae		

ANEXO IV – Contribuição do número de taxa da comunidade de poliquetas para a similaridade (cinzento escuro) e dissimilaridade (cinzento claro) entre os tanques, obtida através do teste SIMPER.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Ayamonte	AT1	<i>H. diversicolor</i> (33%) <i>A. romijni</i> (30%) Siboglinidae (19%) <i>P. ciliata</i> (10%)					
	AT2	<i>P. ciliata</i> (22%) <i>A. romijni</i> (21%) <i>A. marioni</i> (16%) Siboglinidae (14%) <i>S. benedicti</i> (13%) <i>F. stellaris</i> (5%)	<i>H. diversicolor</i> (55%) Siboglinidae (34%) <i>A. romijni</i> (11%)				
Figueira da Foz	FFT1			<i>C. capitata</i> (21%) <i>H. diversicolor</i> (21%) <i>A. marioni</i> (19%) Siboglinidae (12%) <i>H. filiformis</i> (10%) <i>S. benedicti</i> (9%)			
	FFT2			<i>S. benedicti</i> (20%) <i>P. ciliata</i> (18%) Siboglinidae (18%) <i>F. stellaris</i> (18%) <i>H. filiformis</i> (10%) <i>A. romijni</i> (9%)			
	FFT3			<i>A. romijni</i> (22%) <i>G. tridactyla</i> (21%) <i>P. ciliata</i> (14%) <i>F. stellaris</i> (12%) <i>S. benedicti</i> (9%) <i>H. filiformis</i> (8%) Siboglinidae (5%)	<i>G. tridactyla</i> (21%) <i>A. romijni</i> (18%) <i>S. benedicti</i> (16%) Siboglinidae (13%) <i>F. stellaris</i> (12%) <i>P. ciliata</i> (6%) <i>C. capitata</i> (4%)	<i>A. romijni</i> (12%) <i>H. diversicolor</i> (12%) <i>P. ciliata</i> (12%) Siboglinidae (12%) <i>A. marioni</i> (11%) <i>G. tridactyla</i> (10%) <i>C. capitata</i> (10%) <i>H. filiformis</i> (9%) <i>S. benedicti</i> (9%)	

ANEXO IV – Continuação.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Figueira da Foz	FFT4			<i>A. romijni</i> (28%)	<i>H. filiformis</i> (20%)		<i>A. romijni</i> (15%)
				<i>H. filiformis</i> (19%)	<i>A. romijni</i> (19%)	<i>G. tridactyla</i> (33%)	<i>A. marioni</i> (15%)
				<i>P. ciliata</i> (18%)	<i>F. stellaris</i> (19%)	<i>H. filiformis</i> (26%)	<i>C. capitata</i> (15%)
				<i>F. stellaris</i> (14%)	<i>S. benedicti</i> (16%)	<i>F. stellaris</i> (18%)	<i>H. diversicolor</i> (15%)
				<i>S. benedicti</i> (13%)	Siboglinidae (14%)	<i>S. benedicti</i> (13%)	<i>P. ciliata</i> (15%)
					<i>P. ciliata</i> (7%)		Siboglinidae (15%)

ANEXO V – Contribuição da densidade da comunidade de poliquetas para a similaridade (cinzento escuro) e dissimilaridade (cinzento claro) entre os tanques, obtida através do teste SIMPER.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Ayamonte	AT1	<i>H. diversicolor</i> (36%) <i>A. romijni</i> (35%) Siboglinidae (15%) <i>P. ciliata</i> (7%)					
	AT2	<i>A. romijni</i> (34%) <i>P. ciliata</i> (17%) Siboglinidae (14%) <i>A. marioni</i> (13%) <i>S. benedicti</i> (9%) <i>H. diversicolor</i> (7%)	<i>H. diversicolor</i> (69%) Siboglinidae (23%)				
Figueira da Foz	FFT1			<i>H. diversicolor</i> (27%) <i>C. capitata</i> (25%) <i>A. marioni</i> (18%) Siboglinidae (9%) <i>H. filiformis</i> (9%) <i>S. benedicti</i> (7%)			
	FFT2			<i>H. filiformis</i> (17%) <i>F. stellaris</i> (16%) <i>S. benedicti</i> (14%) <i>P. ciliata</i> (13%) Siboglinidae (12%) <i>A. marioni</i> (11%) <i>C. capitata</i> (9%)			
	FFT3			<i>A. romijni</i> (20%) <i>P. ciliata</i> (17%) <i>G. tridactyla</i> (10%) Siboglinidae (10%) <i>S. benedicti</i> (9%) <i>F. stellaris</i> (9%) <i>H. filiformis</i> (8%) <i>C. capitata</i> (8%)	<i>A. romijni</i> (18%) Siboglinidae (15%) <i>S. benedicti</i> (12%) <i>P. ciliata</i> (11%) <i>G. tridactyla</i> (10%) <i>A. marioni</i> (8%) <i>H. filiformis</i> (8%) <i>F. stellaris</i> (7%) <i>C. capitata</i> (6%)	<i>H. diversicolor</i> (16%) <i>P. ciliata</i> (16%) <i>A. romijni</i> (15%) Siboglinidae (15%) <i>A. marioni</i> (8%) <i>S. benedicti</i> (8%) <i>H. filiformis</i> (7%) <i>C. capitata</i> (7%)	

ANEXO V – Continuação.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Figueira da Foz	FFT4			<i>A. romijni</i> (23%)	Siboglinidae (22%)	<i>H. filiformis</i> (18%)	Siboglinidae (22%)
				Siboglinidae (18%)	<i>A. romijni</i> (19%)	<i>G. tridactyla</i> (16%)	
				<i>P. ciliata</i> (14%)	<i>H. filiformis</i> (19%)	<i>S. benedicti</i> (14%)	
				<i>H. filiformis</i> (11%)	<i>F. stellaris</i> (9%)	<i>F. stellaris</i> (9%)	
				<i>F. stellaris</i> (9%)	<i>S. benedicti</i> (9%)	Siboglinidae (9%)	
				<i>S. benedicti</i> (9%)	<i>P. ciliata</i> (8%)	<i>P. ciliata</i> (9%)	
				<i>A. marioni</i> (6%)	<i>C. capitata</i> (5%)	<i>A. marioni</i> (9%)	
						<i>C. capitata</i> (8%)	

ANEXO VI – Contribuição da biomassa da comunidade de poliquetas para a similaridade (cinzento escuro) e dissimilaridade (cinzento claro) entre os tanques, obtida através do teste SIMPER.

		Ayamonte		Figueira da Foz			
		AT1	AT2	FFT1	FFT2	FFT3	FFT4
Ayamonte	AT1	<i>H. diversicolor</i> (81%) <i>A. romijni</i> (15%)					
	AT2	<i>H. diversicolor</i> (67%) <i>A. romijni</i> (21%) Siboglinidae (6%)	<i>H. diversicolor</i> (98%)				
Figueira da Foz	FFT1			<i>H. diversicolor</i> (88%) <i>H. filiformis</i> (5%)			
	<i>H. filiformis</i> (39%) <i>H. diversicolor</i> (38%) <i>A. marioni</i> (10%) <i>N. hombergii</i> (5%)						
	<i>H. diversicolor</i> (26%) <i>G. tridactyla</i> (20%) <i>H. filiformis</i> (17%) Siboglinidae (16%) <i>A. marioni</i> (6%) <i>P. ciliata</i> (6%)			<i>H. filiformis</i> (24%) <i>G. tridactyla</i> (21%) <i>H. diversicolor</i> (20%) Siboglinidae (18%) <i>P. ciliata</i> (6%) <i>A. marioni</i> (4%)	<i>H. diversicolor</i> (43%) Siboglinidae (20%) <i>G. tridactyla</i> (17%) <i>H. filiformis</i> (11%)		
	<i>Siboglinidae</i> (48%) <i>H. diversicolor</i> (28%) <i>H. filiformis</i> (11%) <i>A. marioni</i> (6%)			<i>Siboglinidae</i> (38%) <i>H. diversicolor</i> (29%) <i>H. filiformis</i> (24%)	<i>H. diversicolor</i> (32%) Siboglinidae (30%) <i>G. tridactyla</i> (17%) <i>H. filiformis</i> (13%)		
							<i>H. diversicolor</i> (58%) <i>Siboglinidae</i> (39%)